

**KOGNITIVE MODULATION
ZENTRALNERVÖSER VERARBEITUNG
CHEMOSENSORISCHER STIMULI**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

vorgelegt von
Joachim Helmut Laudien

Kiel
2005

Erstgutachterin: PD Dr. Bettina M. Pause

Zweitgutachter: Prof. Dr. Roman Ferstl

Tag der mündlichen Prüfung: 08.02.2006

Durch den Prodekan Prof. Dr. Norbert Nübler

zum Druck genehmigt am: 08.02.2006

DANKSAGUNG

Mein Dank gilt in erster Linie Frau PD Dr. Bettina M. Pause, die mir im wissenschaftlichen Arbeiten ein Vorbild ist. Sie gewährte mir große akademische Freiheit und unterstützte mich gleichzeitig durch kritische Anmerkungen, wertvolle Diskussionen und die Bereitstellung der materiellen Ressourcen. Herrn Prof. Dr. Roman Ferstl danke ich für die organisatorischen Rahmenbedingungen und die wertvollen Anregungen vor allem in der Planungsphase der Untersuchung. Herrn Dipl.-Phys. Bernfried Sojka danke ich für geduldige Unterstützung bei der technischen Umsetzung. Frau cand. Psych. Conny Staffend und Frau cand. Psych. Sonja Wencker danke ich für die Hilfe bei der Durchführung der Versuche und bei den Auswertungen der Fragebögen. Frau Dipl.-Psych. Ninja Raack danke ich für wertvolle Hinweise bei der Manuskriptgestaltung. Meinen Mitstreitern Frau Dipl.-Psych. Anne Ohrt und Herr Dipl.-Psych. Alexander Prehn bin ich für die wunderbare kollegiale Arbeitsatmosphäre dankbar. Meiner Mutter Ingeborg Laudien danke ich für die mühevollen Kontrolle der Orthographie und äußeren Stringenz dieser Arbeit und meinem Vater Dr. Helmut Laudien für den initialen Zugang zur Wissenschaft.

Schließlich gilt mein besonderer Dank meiner Frau Elisabeth Laudien für ihre liebevolle Unterstützung. Sie leistete in der Zeit, die ich der Verfassung vorliegender Dissertationsschrift widmete, weit Bedeutenderes.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG IN DAS THEMA	9
2	THEORETISCHER UND EMPIRISCHER HINTERGRUND	12
2.1	Chemosensorische Wahrnehmung: Neuronale Grundlagen.....	12
2.1.1	Primärer olfaktorischer Kortex.....	15
2.1.2	Sekundärer olfaktorischer Kortex.....	18
2.2	Modulation der Geruchswahrnehmung durch allgemeinspsychologische Faktoren, Persönlichkeit und chemische Überempfindlichkeit.....	22
2.2.1	Top-down Verarbeitung: Konstruktion geruchlicher Wahrnehmung.....	22
2.2.2	Informationen aus anderen Modalitäten.....	25
2.2.3	Stimmung.....	25
2.2.4	Aufmerksamkeit.....	26
2.2.5	Expositionsgeschichte.....	27
2.2.5.1	Habituation, Adaptation und Sensitivierung bei geruchlichen Stimuli.....	27
2.2.5.2	Klassische Konditionierung geruchlicher Stimuli.....	29
2.2.6	Kognitiver Wahrnehmungskontext.....	30
2.2.6.1	Name und Herkunft.....	30
2.2.6.2	Potentielle Gefahr und Bedrohung.....	31
2.2.7	Persönlichkeit.....	33
2.2.8	Chemische Überempfindlichkeit.....	35
2.3	Chemosensorische Forschungsmethodik.....	36
2.3.1	Messung der olfaktorischen Wahrnehmungsschärfe.....	37
2.3.2	Verfahren zur Bewertung überschwelliger geruchlicher Reize.....	38
2.3.3	Psychophysiologische Untersuchungsmethoden.....	39
2.3.3.1	Elektroenzephalogramm (EEG) und Ereignis korrelierte Potentiale (EKP).....	39
2.3.3.2	Das chemosensorische Ereignis korrelierte Potential (CSEKP).....	40
2.3.3.2.1	N1 Komponente.....	41
2.3.3.2.2	P2 Komponente	42
2.3.3.2.3	N2 Komponente: Mismatch Negativity und N2b.....	43
2.3.3.2.4	Späte Positivierungen: P3 und pSW.....	43
2.3.3.3	Stromdichteanalyse.....	46
3	FRAGESTELLUNG	48
3.1	Ableitung der Fragestellung.....	48
3.2	Präzisierung der Fragestellung.....	50

4	METHODE	52
4.1	Stichprobe.....	52
4.2	Apparate und Materialien.....	55
4.2.1	Stimulusmaterial.....	55
4.2.2	Präsentationsmethodik der Geruchsstimuli.....	56
4.2.2.1	Duft-Präsentation mit dem Olfaktometer.....	56
4.2.2.2	Duft-Präsentation im Rahmen des Wahrnehmungsschwellen-Tests.....	59
4.2.3	Fragebögen	60
4.2.3.1	Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I).....	60
4.2.3.2	Depressivitäts-Skala (D-S).....	61
4.2.3.3	Fragebogen zur Erfassung dispositionaler Selbstaufmerksamkeit (SAM-F).....	61
4.2.3.4	Fragebogen zur chemischen und allgemeinen Umweltsensitivität (CAUS).....	62
4.2.3.5	Geruchsfragebogen (GF).....	62
4.2.3.6	Händigkeitfragebogen (HF).....	63
4.2.3.7	Self-Assessment-Manikin (SAM).....	63
4.2.3.8	Beschwerden-Liste (BL).....	64
4.2.3.9	Körperliche Symptomliste (k-SL).....	64
4.2.3.9.1	K-SL Untergruppe chemosensorische Irritationen (csI).....	64
4.2.3.9.2	K-SL Untergruppe Wohlbefinden (Wb).....	65
4.2.3.10	Computergestützte Rating-Verfahren.....	65
4.2.3.10.1	Initiales Duftrating.....	65
4.2.3.10.2	Duftrating während der psychophysiologischen Datenerhebung.....	66
4.2.3.11	Deskriptorenliste.....	66
4.2.4	EEG-Aufzeichnung.....	67
4.2.5	Atemgürtel.....	69
4.2.6	Auditive Maskierung.....	69
4.2.7	Herstellung des Wahrnehmungskontextes.....	69
4.2.7.1	Positiver Bias.....	69
4.2.7.2	Neutraler Bias.....	70
4.2.7.3	Negativer Bias.....	70
4.3	Durchführung der Untersuchung.....	70
4.4	Versuchspläne zur Untersuchung der Auswirkungen des kognitiven Wahrnehmungskontextes.....	73
4.4.1	Design 1: Geruchsqualität.....	73

4.4.1.1	Unabhängige Variable Design 1.....	73
4.4.1.2	Abhängige Variablen Design 1.....	73
4.4.1.3	Hypothesen zum Design 1.....	74
4.4.2	Design 2: Geruchsintensität.....	74
4.4.2.1	Unabhängige Variable Design 2.....	74
4.4.2.2	Abhängige Variable Design 2.....	74
4.4.2.3	Hypothesen zum Design 2.....	74
4.4.3	Design 3: Wahrnehmungsschärfe.....	75
4.4.3.1	Unabhängige Variablen Design 3.....	75
4.4.3.2	Abhängige Variable Design 3.....	75
4.4.3.3	Hypothesen zum Design 3.....	75
4.4.4	Design 4: Emotionale Reaktion auf einen Duftreiz.....	75
4.4.4.1	Unabhängige Variable Design 4.....	75
4.4.4.2	Abhängige Variablen Design 4.....	76
4.4.4.3	Hypothesen zum Design 4.....	76
4.4.5	Design 5: Körperliche und psychische Befindlichkeit.....	76
4.4.5.1	Unabhängige Variablen Design 5.....	77
4.4.5.2	Abhängige Variablen Design 5.....	77
4.4.5.3	Hypothesen zum Design 5.....	77
4.4.6	Design 6: Zentralnervöse Geruchsverarbeitung.....	78
4.4.6.1	Unabhängige Variablen Design 6.....	78
4.4.6.2	Abhängige Variablen Design 6.....	79
4.4.6.3	Hypothesen zum Design 6.....	79
4.4.7	Design 7: Lernprozesse.....	80
4.4.7.1	Unabhängige Variablen Design 7.....	81
4.4.7.2	Abhängige Variablen Design 7.....	81
4.4.7.3	Hypothesen zum Design 7.....	81
4.4.8	Design 8: Persönlichkeitsmerkmale und körperliche und psychische Befindlichkeit.....	82
4.4.8.1	Prädiktoren Design 8.....	82
4.4.8.2	Kriterien Design 8.....	83
4.4.8.3	Hypothesen zum Design 8.....	83
4.4.9	Design 9: Persönlichkeitsmerkmale und Geruchsverarbeitung.....	83
4.4.9.1	Prädiktoren Design 9.....	83

4.4.9.2	Kriterien Design 9.....	84
4.4.9.3	Hypothesen zum Design 9.....	84
4.5	Auswertung.....	84
4.5.1	Datenreduktion.....	84
4.5.2	Spannungs- und Stromdichte-Verteilungen.....	86
4.6	Statistische Auswertung.....	86
5	ERGEBNISSE	90
5.1	Einschätzung der Geruchsqualität.....	90
5.2	Intensitätswahrnehmung.....	93
5.3	Wahrnehmungsschärfe.....	94
5.4	Emotionale Reaktion auf den Duftreiz.....	96
5.5	Körperliche und psychische Befindlichkeit.....	99
5.5.1	Allgemeine körperliche Beschwerden.....	99
5.5.2	Körperliche Symptome.....	100
5.5.2.1	Körperliches Wohlbefinden	102
5.5.2.2	Chemosensorische Irritationen.....	102
5.5.2.3	Psychische Befindlichkeit.....	103
5.6	Zentralnervöse Geruchsverarbeitung.....	106
5.6.1	Topographische und temporale Charakteristika der Komponenten.....	107
5.6.1.1	N1 Komponente.....	109
5.6.1.2	P2 Komponente.....	110
5.6.1.3	N2 Komponente.....	111
5.6.1.4	P3-1 Komponente.....	112
5.6.1.5	P3-2 Komponente.....	113
5.6.1.6	Positive Slow Wave.....	114
5.6.2	Auswirkungen des kWk auf die zentralnervöse Geruchsverarbeitung.....	116
5.6.2.1	Auswirkungen des kWk auf die Amplituden der CSEKP.....	116
5.6.2.2	Auswirkungen des kWk auf die Latenzen der CSEKP.....	120
5.6.3	Neokortikale Generatoren.....	123
5.7	Lernprozesse.....	125
5.8	Persönlichkeitsmerkmale und körperliche und psychische Befindlichkeit.....	133
5.8.1	Persönlichkeitsmerkmale und Veränderung der Befindlichkeit in der pb-Gruppe.....	134

5.8.2	Persönlichkeitsmerkmale und Veränderung der Befindlichkeit in der k-Gruppe.....	137
5.8.3	Persönlichkeitsmerkmale und Veränderungen der Befindlichkeit in der nb-Gruppe.....	138
5.9	Persönlichkeitsmerkmale und Geruchsverarbeitung.....	140
5.9.1	Persönlichkeitsmerkmale und geruchliche Wahrnehmungsschärfe.....	140
5.9.2	Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung.....	143
5.9.2.1	Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung in der pb-Gruppe.....	145
5.9.2.2	Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung in der k-Gruppe.....	146
5.9.2.3	Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung in der nb-Gruppe.....	147
5.9.2.4	Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung in der Gesamtstichprobe.....	147
6	DISKUSSION	150
6.1	Auswirkungen des kWk auf die subjektiven Ratings.....	151
6.2	Einfluss des kWk auf die Wahrnehmungsschärfe.....	155
6.3	Psychophysiologische Befunde.....	156
6.3.1	Eigenschaften der Komponenten.....	156
6.3.2	Effekte des kWk auf die zentralnervöse Geruchsverarbeitung.....	159
6.4	Die Bedeutung von Persönlichkeitsmerkmalen für die Veränderung der körperlichen und psychischen Befindlichkeit durch Duftpräsentationen in Abhängigkeit vom kWk.....	167
6.5	Die Bedeutung von Persönlichkeitsmerkmalen für die Geruchsverarbeitung in Abhängigkeit vom kWk.....	171
6.6	Integrative Betrachtungen und Ausblick.....	174
6.7	Schlussworte.....	179
7	ZUSAMMENFASSUNG	180
8	LITERATUR	181
9	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	202
10	ANHANG	204

*Wir haben nie, nicht einen einzigen Tag,
den reinen Raum vor uns, in den die Blumen
unendlich aufgehn. Immer ist es Welt
und niemals Nirgends ohne Nicht: das Reine,
Unüberwachte, das man atmet und
unendlich weiß und nicht begehrt.*

(Rainer Maria Rilke, 1922, Die achte Elegie)

1 EINFÜHRUNG IN DAS THEMA

Das Gehirn bildet die Welt nicht direkt ab. Die peripheren Sinneszellen registrieren Unterschiede in dem schmalen Ausschnitt der Umgebung, für den sie sensibel sind und kodieren die detektierten Differenzen in elektrischen Frequenzmustern. Diese Muster werden auf verschiedenen neuronalen Ebenen verarbeitet und aus dieser Prozessierung resultiert unter anderem ein bewusst wahrgenommener Sinneseindruck. In der externen Welt gibt es weder die Farbe rot, noch den angenehmen Geruch einer Rose sondern Wellenlängen und Moleküle. Die Interpretation der Aktivierungsmuster peripherer Rezeptorzellen ist wesentlich abhängig vom Referenzrahmen oder Kontext, in dem diese Einschätzungen vorgenommen werden, was in dem Satz von Stevens (1958, S. 633) "Mice may be called large or small, and so may elephants, and it is quite understandable when someone says it was a large mouse that ran up the trunk of a small elephant." zum Ausdruck kommt. Die Bedeutung kontextueller Informationen kann in verschiedenen, oft verblüffenden Experimenten zur visuellen Wahrnehmung dargestellt werden. So führt beispielsweise bei der Titchener-Illusion (siehe Abbildung 1.1) der durch die Außenkreise aufgebaute kontextuelle Rahmen zu einer unterschiedlichen Interpretation der Größe identischer Mittelkreise. Diese Beobachtung macht nicht etwa die Fehlbarkeit sondern vielmehr die bedeutende Fähigkeit des Wahrnehmungssystems deutlich, aus wenigen Hinweisen eine hinsichtlich der Handlungsrelevanz anschlussfähige Interpretation der Umwelt zu konstruieren (Birbaumer & Schmidt, 1996).

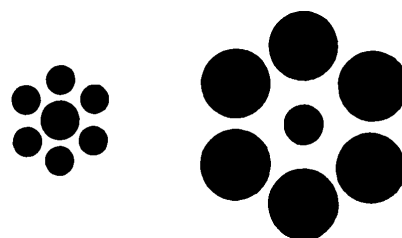


Abbildung 1.1: Die Titchener-Illusion

Eine zentrale Rolle spielen Kontextinformationen auch für die Beurteilung von Gerüchen, welche häufig ohne einen entsprechenden ökologischen Rahmen uneindeutig und nur schwer interpretierbar sind. Ein und derselbe Duft wird in verschiedenen Kontextbedingungen qualitativ und quantitativ völlig unterschiedlich wahrgenommen und bewertet. Beispielsweise kann ein käsig-säuerlicher Duft im Kontext von italienischem Essen als appetitlicher Parmesangeruch wahrgenommen werden und Annäherungsverhalten initiieren, während der gleiche Geruch im Kontext von Erbrochenem als extrem aversiv wahrgenommen wird und Vermeidungsverhalten auslöst.

In der vorliegenden Arbeit soll der Einfluss des Wahrnehmungskontextes auf die Geruchsverarbeitung untersucht werden. Bisher konnte gezeigt werden, dass verschiedene nicht chemosensorische Faktoren das bewusst wahrgenommene, geruchliche Wahrnehmungsergebnis zum Teil massiv beeinflussen. Offen war bislang, ob die durch den Wahrnehmungskontext veränderte Einschätzung geruchlicher Reize auch durch objektive Maße darstellbar ist. Eine Methode zur Untersuchung der zentralnervösen Reizverarbeitung besteht in der Analyse der Ereignis korrelierten Gehirnpotentiale in Reaktion auf geruchliche Reize, die mithilfe von auf der Kopfhaut angebrachten Elektroden aufgezeichnet werden können. Diese Methode ist zeitlich extrem hoch auflösend und ermöglicht die Darstellung olfaktorischer Informationsverarbeitung innerhalb der ersten Sekunde nach der Geruchspräsentation. So lassen sich sogar Prozesse, die zeitlich bis zu 500 Millisekunden nach einer geruchlichen Reizung auftreten und eine präattentive Verarbeitung der olfaktorischen Information repräsentieren gegenüber späteren, evaluativen Prozessen abgrenzen und gesondert voneinander analysieren.

Durch Informationen über die Herkunft und potentielle Wirkung eines verwendeten Duftes wurden drei experimentelle Gruppen gebildet. In der positiven Kontextbedingung glaubten die Teilnehmer an eine natürliche Herkunft und positive Wirkungen des Duftes. Im negativen Wahrnehmungskontext suggerierten Informationen über negative Wirkungen und eine industrielle Herkunft einen Kontext von potentieller Gefahr und Bedrohung. Eine dritte Wahrnehmungsbedingung mit neutraler Instruktion diente als experimentelle Kontrollgruppe. Untersucht wurden zunächst die Effekte des Wahrnehmungskontextes auf die subjektive Geruchsbewertung und die Auswirkungen des Duftes in den verschiedenen Kontextbedingungen auf die allgemeine körperliche und psychische Befindlichkeit. Als objektive Maße der Geruchsverarbeitung wurde außerdem die kontextuelle Modulation der Wahrnehmungsschärfe und der zentralnervösen Geruchsverarbeitung durch die Aufzeichnung und Auswertung chemosensorischer, Ereignis korrelierter Potentiale analysiert. Außerdem wurde nach Lernprozessen und Zusammenhängen mit Persönlichkeitsmerkmalen geforscht.

Im nachfolgenden Kapitel, welches in drei große Abschnitte eingeteilt ist, wird der theoretische Hintergrund der Studie dargestellt. Hier werden zunächst die neuronalen Grundlagen chemosensorischer Reizverarbeitung erklärt, wobei der interaktive Charakter der beteiligten Strukturen dargestellt und die Abhängigkeit der Interpretation geruchlicher Stimuli von Lernerfahrungen und internen Zuständen hervorgehoben wird. Im zweiten Abschnitt wird ein theoretisches Modell zur Geruchsverarbeitung vorgestellt, welches neben den im Stimulusmaterial selbst enthaltenen Informationen auch emotionale und kognitive Faktoren im wahrnehmenden Individuum berücksichtigt. In diesem Zusammenhang wird der aktuelle Forschungsstand zu ausgewählten, die Geruchswahrnehmung modulierenden Faktoren dargestellt. Das Kapitel schließt mit Ausführungen zur chemosensorischen Forschungsmethodik. Hier werden sowohl Verfahren zur Erfassung der subjektiven Beschreibung von geruchlichen Wahrnehmungen als auch objektive Methoden der Geruchsforschung wie die Untersuchung der geruchlichen Wahrnehmungsschärfe und die Analyse chemosensorischer Ereignis korrelierter Potentiale vorgestellt. Im dritten Kapitel wird aus dem theoretischen und empirischen Hintergrund die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung abgeleitet und durch konkrete Annahmen präzisiert. Im vierten Kapitel wird die verwendete Methodik im Detail dargestellt. Hier werden ferner die getroffenen Annahmen gemäß der gewählten Operationalisierung in konkrete inhaltliche und statistische Hypothesen umgesetzt und das Vorgehen bei der Datenauswertung erläutert. Im fünften Kapitel werden die Ergebnisse dargestellt. In der hypothesengeleiteten Auswertung wird zunächst auf die Auswirkungen des kognitiven Wahrnehmungskontextes (kWK) auf die subjektive Geruchsbewertung, auf die Wahrnehmungsschärfe und die Beeinflussung der körperlichen und psychischen Befindlichkeit eingegangen. Es folgt die Analyse der chemosensorisch Ereignis korrelierten Potentiale (CSEKP). Hier wird zuerst die Topographie der untersuchten Komponenten dargestellt und anschließend auf die Auswirkungen des Wahrnehmungskontextes auf die zentralnervöse Geruchsverarbeitung eingegangen. In diesem Zusammenhang wird auch die topographische Lage neokortikaler Generatoren aufgezeigt. Anschließend wird die Untersuchung der CSEKP-Daten auf differentielle Lernprozesse vorgestellt. Der Ergebnisteil schließt mit der explorativen Analyse von Zusammenhängen zwischen Persönlichkeitseigenschaften einerseits und den Befindlichkeitsveränderungen bzw. der zentralnervösen Geruchsverarbeitung andererseits. Im sechsten Kapitel werden schließlich die dargestellten Ergebnisse in die aktuelle Forschungsliteratur zur zentralnervösen Reizverarbeitung von Gefahr und potentieller Bedrohung eingebettet und die Bedeutung des Wissens über die (geruchliche) Welt bei der Geruchswahrnehmung diskutiert.

2 THEORETISCHER UND EMPIRISCHER HINTERGRUND

2.1 Chemosensorische Wahrnehmung: Neuronale Grundlagen

Die Rezeptoren des olfaktorischen Systems befinden sich im Riechepithel der Nasenschleimhaut, in der obersten der drei mit Schleimhaut ausgekleideten Konchae (Birbaumer & Schmidt, 2003). Sensorische Neuronen im olfaktorischen Epithel nehmen Geruchsmoleküle auf, wandeln und enkodieren die Information, um sie dann in Richtung des Bulbus olfactorius (BO) zu projizieren (Kratskin & Belluzzi, 2003). Nach Aranneda, Kini und Firestein (2000, S.1248) ist die Wahrnehmung eines Geruchs „... the brain's interpretation of the activation pattern of many peripheral sensory neurons ...“. Dieses zelluläre Aktivierungsmuster ist abhängig von der Passung zwischen dem molekularen Aufbau der jeweiligen Duftmoleküle einerseits und dem durch die Neurone exprimierten Rezeptorgen andererseits. Jedes olfaktorische sensorische Neuron exprimiert ausschließlich eines der ca. 1000 verschiedenen Rezeptorgene (Seizava et al., 2000). Diese Rezeptorgene ermöglichen dem olfaktorischen System durch hohe Spezifizierung bzgl. der Zusammensetzung und Länge der Duftmoleküle einerseits und Toleranz für Abweichungen andererseits hohe Diskriminationsleistungen bei gleichzeitig großer Breite potentiell wahrnehmbarer Substanzen. Es konnte gezeigt werden, dass schon auf der Rezeptorebene die Verarbeitung olfaktorischer Reize durch Adaptationsprozesse unterstützt wird, die wahrscheinlich die Wahrnehmung von Informationen über den zeitlichen Verlauf und die Intensität chemosensorischer Information unterstützen (Zufall & Leinders-Zufall, 2000).

Die Axone der Rezeptoren verlaufen gebündelt als Fila olfactoria durch die Lamina cribrosa und projizieren in die sog. Glomeruli des ipsilateralen BO. In diesen funktionalen Einheiten treten die Rezeptorzellen mit den Mitral-, Büschel- und periglomerulären Zellen in Kontakt (Mori, Nagao & Yoshihara, 1999). Dabei konvergieren mehrere Tausend Axone von Rezeptoren der gleichen Rezeptorgen-Expression (Mombaerts, 1999, 2001), was zu einer deutlichen Signal-Verstärkung führt. Außerdem wird über laterale Hemmung durch inhibitorische Interneurone der Kontrast zwischen Geruchsignal und Hintergrundrauschen erhöht (Mori et al., 1999). Nach dieser synaptischen Verarbeitung der Information verlassen die Axone der Mitral- und Büschelzellen als Traktus olfactorius den BO um in die verschiedenen kortikalen Areale zu projizieren.

Diejenigen neuronalen Strukturen, welche direkte Projektionen aus dem BO erhalten, werden als primärer olfaktorischer Kortex bezeichnet (Kratskin & Belluzzi, 2003). Nach Royet und Plailly (2004) gehören zu diesen neuronalen Strukturen der piriforme Kortex (Pfk), der anteriore kortikale Nucleus der Amygdala, der periamygdaloide Kortex, der anteriore olfakto-

rische Nukleus, das olfaktorische Tuberkel, die Tenia Tekta sowie der entorhinale Kortex. Diese Areale projizieren ihrerseits in den sekundären olfaktorischen Kortex. In der Literatur werden konsistent als dessen Bestandteile der Thalamus, Hypothalamus, Hippokampus sowie neokortikal der insuläre und der orbitofrontale Kortex (OfK) beschrieben (vgl. Cleland & Linster, 2003, Royet & Plailly, 2004).

Ausgehend vom PFK werden der Thalamus, Hypothalamus und das ventrale Striatum innerviert. Außerdem hat der PFK direkte Verbindung mit dem OfK, so dass im Gegensatz zu anderen Modalitäten Gating-Prozeduren im Thalamus nicht obligatorisch sind, um neokortikale Strukturen mit nur zwei synaptischen Verschaltungen (im BO und im PFK) zu erreichen (Carmichael, Clugnet & Price, 1994). Der laterale entorhinale Kortex versorgt den Hippokampus afferent. Der OfK und die Inselregion werden zusätzlich auch durch Neurone des Thalamus angesprochen, der seinerseits neben den erwähnten Eingängen aus dem PFK auch Afferenzen aus dem olfaktorischen Tuberkel erhält (Cleland & Linster, 2003).

Abbildung 2.1 stellt die Anteile des primären und sekundären olfaktorischen Kortex sowie ihre Verschaltung nach Royet und Plailly (2004) dar. Es lassen sich außerdem die Rückprojektionen aus den verschiedenen primären und sekundären Arealen erkennen, über die mehr zentral gelegene Zentren Einfluss auf die Verarbeitung in den vorherigen Stufen nehmen (nach Wilson & Sullivan, 2003). Es konnten direkte Rückprojektionen in den BO aus dem primären olfaktorischen Kortex sowie aus präfrontalen Kortexarealen in die Amygdala und den Thalamus dargestellt werden (vgl. Wilson & Sullivan, 2003). Illig (2005) wies Rückprojektionen aus dem OfK zum anterioren PFK bei der Ratte nach und vermutet, dass über diesen Weg die geruchsbezogene Reaktion der Neurone im PFK durch höher geordnete Strukturen moduliert werden kann. Außer diesen traditionell beschriebenen Arealen des primären und sekundären olfaktorischen Kortex scheinen noch weitere Strukturen wie z.B. der anteriore zinguläre Kortex, der okzipitale Kortex oder das Kleinhirn an der Geruchsverarbeitung beteiligt zu sein (Savic, Gulyas, Larsson und Roland, 2000; Qureshy et al., 2000).

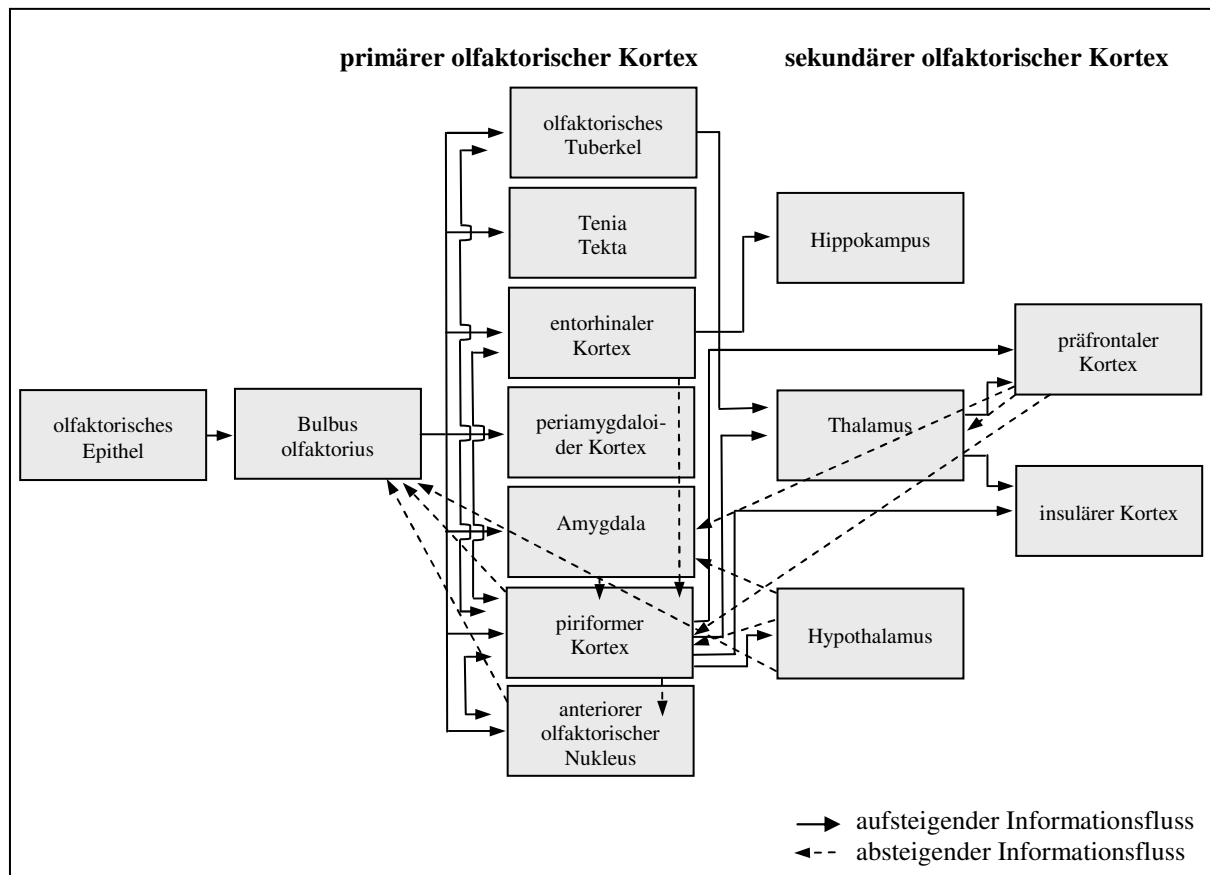


Abbildung 2.1 Anteile des primären und sekundären olfaktorischen Kortex einschließlich ihrer auf- und absteigenden Projektion (nach Royet & Plailly, 2004 und Wilson & Sullivan, 2003)

Neben dem olfaktorischen System ist auch das trigeminale System an der Geruchswahrnehmung beteiligt (Burdach, 1988). Die sensiblen Neurone des Nervus Trigemini übertragen Schmerz-, Temperatur-, Berührungs-, Druck- sowie tiefensensible Empfindungen vom Gesicht, von der Kornea, dem Mund, den Nasennebenhöhlen, der Zunge, den Zähnen, den Hirnhäuten, der äußeren Oberfläche des Trommelfells, sowie vom Kiefergelenk. Das Trigeminiensystem besteht aus drei hintereinander geschalteten Neuronen. Das erste Neuron liegt im Ganglion trigeminale, von dem aus die drei Äste Ramus ophtalmicus, Ramus maxilaris und Ramus mandibularis abzweigen. Über freie Nervenendigungen werden nozizeptive und chemosensorische Informationen aus dem Bereich der Augen, der Nasenschleimhaut und des Mund-Rachenraums aufgenommen. Für das nasal-trigeminale System (Ramus ophtalmicus und Ramus maxilaris) sind stechende, beißende und kühle Empfindungen typisch (Burdach, 1988). Das oral-trigeminale System besteht aus dem Ramus mandibularis und maxilaris. Hier sind brennende, scharfe Empfindungen charakteristisch. Die ersten Neurone projizieren in den Nukleus pontinus nervi trigemini, welcher im Brückenhirn liegt. Die Mehrzahl seiner Axone kreuzt hier die Seite, die anderen Fasern gelangen auf der ipsilateralen Seite zum Thalamus.

Hier befindet sich das dritte Neuron, dessen Axone über den Traktus thalamokortikalis den Gyrus postcentralis erreichen. Die meisten geruchlichen Substanzen aktivieren sowohl das trigeminale als auch das olfaktorische System (Kobal & Hummel, 1991). Doty et al. (1978) untersuchten die Wahrnehmung von Düften bei sog. Anosmikern, also Personen mit gestörter Funktion des olfaktorischen Systems und verglichen diese mit gesunden Kontrollpersonen. Die Autoren konnten zeigen, dass einige Düfte von den Anosmikern nur sehr schlecht wahrgenommen werden. So detektierte nur einer von fünfzehn getesteten Anosmikern den Duft Phenylethylalkohol, der von der Kontrollgruppe erkannt werden konnte. Andere Düfte hingegen konnten auch von der Anosmiker-Gruppe wahrgenommen werden.

Im Folgenden wird ausschließlich auf diejenigen neuronalen Strukturen des primären und sekundären olfaktorischen Kortex eingegangen, für die in der bisherigen Forschung eine Beteiligung an der Interpretation olfaktorischer Information untersucht bzw. an geruchlichen Lernprozesse wie Habituation, Adaptation oder Sensitivierung dargestellt wurden. Mit dem Begriff Habituation wird ein neuronaler Mechanismus beschrieben, der durch wiederholte Stimulation mit einem Reiz aktiviert wird und zu einer Reduktion der Stärke des Antwortverhaltens auf diesen Reiz führt. Sensorische Adaptation wird definiert als vorübergehende Reduktion der Sensitivität von Sinnesorganen, ausgelöst durch wiederholte oder exzessive Stimulation. Der Begriff Sensitivierung beschreibt einen neuronalen Prozess, der zu einer Zunahme der Stärke des Antwortverhaltens auf einen Reiz führt (Domjan, 1998). Neben der neuronalen Grundlage olfaktorischer Lernprozesse wird außerdem auf die interaktive Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Verarbeitungsstufen verwiesen. Für einen zusammenfassenden Überblick zum zellulären Aufbau und zur neuronalen Verschaltung sämtlicher Strukturen des primären und sekundären olfaktorischen Kortex sei auf Pause (2004a) verwiesen.

2.1.1 Primärer olfaktorischer Kortex

Für den PfK konnten verschiedene geruchsassoziierte Lerneffekte dargestellt werden. Vanderwolf und Zibrowski (2001) untersuchten Ratten und zeigten Sensitivierungsprozesse in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Duftpräsentation. Bei erstmaliger Duftpräsentation war die durch den Geruch ausgelöste Aktivierung (β -Wellen) nur schwach ausgeprägt. Bei wiederholter Präsentation zeigten sich jedoch duftspezifische Sensitivierung-Effekte. Wilson (1998) untersuchte Habituationseffekte. Er konnte nachweisen, dass sich die Habituationsgeschwindigkeit zwischen BO und PfK unterscheidet. Bei wiederholter und auch bei verlängerter Reizung habituiert der PfK (trotz weiter bestehendem, geruchsabhängigem Input vom

BO) schneller als der BO. Darüber hinaus konnte, ebenfalls im Tierversuch, neuronale Plastizität in Abhängigkeit von assoziativem olfaktorischem Lernen im PfK dargestellt werden. Lebel, Grossmann und Barkai (2001) trainierten Ratten mit einer olfaktorischen Lernaufgabe und verglichen die Möglichkeit der Langzeit-Potenzierung und Langzeit-Depression als Maß der synaptischen Plastizität im PfK. Die Autoren konnten zeigen, dass im Vergleich zu naiven Kontroll-Ratten und pseudo-trainierten Ratten, welche dieselben Duftproben ohne assoziative Verknüpfung mit einem Verstärker präsentiert bekommen hatten, bei trainierten Ratten die Langzeit-Potenzierung signifikant reduziert und die Langzeit-Depression im PfK verstärkt war.

Vorliegende Humanbefunde bestätigen die im Tierversuch nachgewiesenen Lerneffekte im PfK. Dade, Zatorre und Jones-Gottmann (2002) zeigten, dass die Aktivierung im PfK abhängig ist von Gedächtnisprozessen. Im Rahmen einer Gedächtnisaufgabe wurden mehrere Düfte vorgegeben, die erinnert werden sollten. Die Analyse der Positronen-Emissions-Tomographie (PET)-Daten zeigte keine Zunahme der Aktivierungen im PfK während der Phase der initialen Geruchskodierung, wohl aber leichte Intensivierung bei kurzfristiger und deutliche bei langfristiger Wiedererkennung, wenn nämlich Inhalte des Langzeitgedächtnisses in die Verarbeitung der olfaktorischen Information einbezogen wurden. Gottfried, O'Doherty und Dolan (2002) stellten in einem Lernexperiment zur klassischen Konditionierung dar, dass der Transfer affektiver Inhalte zwischen der visuellen und olfaktorischen Modalität unter anderem schon auf der frühen neuronalen Verarbeitungsebene des PfK mitgestaltet wird. Die Autoren paarten neutrale Gesichtsbilder (konditionierte Stimuli, CS) mit angenehmen, neutralen und unangenehmen Düften (unkonditionierte Stimulus, UCS) und konnten nachweisen, dass die neuronale Aktivität im PfK in Reaktion auf mit dem unangenehmen Geruch gepaarte Gesichter über die Zeit beständig zunimmt.

Auch für Geruchsidentifikationsleistungen scheint der PfK von entscheidender Bedeutung zu sein. Jones-Gottmann et al. (1997) untersuchten Patienten mit Operationen in anterior-temporalen Hirnarealen mit dem University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT). Die Autoren konnten Beeinträchtigungen der Identifikationsleistungen bei der Patientengruppe vor allem bei Reizung des ipsilateral zum Operationsgebiet gelegenen Nasenlochs nachweisen und vermuten, dass eine Beschädigung des piriformen Kortex ausreicht, um die Identifikationsleistungen zu stören.

Die Amygdala ist eine weitere bedeutende Struktur des primären olfaktorischen Kortex. Sie ist über direkte und indirekte Projektionen mit dem BO verbunden. Anderson et al. (2003b) untersuchten die Reaktion der Amygdala auf olfaktorische Stimuli mit funktionaler

Magnet Resonanz Tomographie (fMRT) und konnten unabhängig von der Valenz intensitätsabhängige Aktivierungen nachweisen. Damit ergänzten die Autoren die Befunde früherer Studien, welche eine Aktivität der Amygdala zunächst ausschließlich in Reaktion auf aversive Geruchsreize nachweisen konnten (Zald & Pardo, 2000).

Für die Amygdala konnten ebenfalls geruchsassozierten Lerneffekte nachgewiesen werden. Otto, Cousens und Herzog (2000) untersuchten die Angstkonditionierung bei der Ratte. Sie verwendeten einen Geruch als CS und einen elektrischen Fuß-Schock als UCS und konnten die Bedeutung der Amygdala und des perirhinalen Kortex in der Aneignung und im Ausdruck konditionierte Angst nachweisen. Den Ergebnissen zufolge ist die Amygdala an der angstassozierten Reaktion sowohl im Bezug auf einen olfaktorischen CS als auch auf den Trainingskontext beteiligt, während der perirhinale Kortex ausschließlich zur olfaktorisch assoziierten Angstreaktion beiträgt. Walker, Paschall und Davis (2005) untersuchten ebenfalls bei Ratten die Beteiligung der basolateralen und medialen Amygdala an dem Erwerb und der Expression von geruchsassoziierter Angst durch die Injektion von Rezeptor-Antagonisten (NMDA- und AMPA-Antagonisten) in die betreffenden neuronalen Strukturen. Diese Injektionen wurden einmal vor dem Erwerb der Angst-Duft-Assoziation (Training) und einmal vor Testung angstassozierten Verhaltens (Angstpotenzierung des Startle Reflexes) durchgeführt. Die Autoren konnten zeigen, dass eine Rezeptorblockung der basolateralen Amygdala vor der Konditionierungsphase die Angstkonditionierung auf den olfaktorischen Reiz unterbricht, während die auf den Kontext erhalten bleibt. Eine Blockierung der Rezeptoren der medialen Amygdala vor dem Training unterbricht nicht die Assoziationsbildung, aber eine Injektion vor der Verhaltenstestung stört das angstassozierte Verhalten. Damit wurde eine Dissoziation dieser amygdaloiden Strukturen für den Erwerb und den Ausdruck geruchsassoziierter Angst nachgewiesen.

In der oben angeführten Studie von Gottfried et al. (2002) habituierten im Gegensatz zum PfK die Reaktionen der Amygdala auf die mit dem angenehmen Geruch assoziierten Gesichtsbilder über die Zeit, wodurch zeitliche und topographische Dissoziationen der am geruchsassozierten Lernen beteiligten Strukturen des primären olfaktorischen Kortex deutlich werden. Hudry, Ryvlin, Royet und Mauguier (2001) zeichneten intrakranial olfaktorisch Ereignis korrelierte Potentiale (EKP) der Amygdala auf und fanden, dass eine wiederholte Reizung zu einer Reduktion der Latenz der ersten EKP-Komponente führt. Die Autoren leiten aus diesem Befund die Annahme ab, dass die Amygdala an frühen olfaktorischen Aufmerksamkeitsprozessen beteiligt ist.

2.1.2 Sekundärer olfaktorischer Kortex

Die Aktivität im Hippokampus und BO wurden von Deshmukh und Bhalla (2003) bei Ratten über Einzel-Zell-Ableitungen untersucht. Die Autoren fanden, dass die hippocampalen Neurone selektiv auf spezifische, zeitliche Intervalle zwischen zwei Geruchspräsentationen reagieren, und interpretieren dies als neuronales Substrat von Habituation und komplexen Aufgaben wie beispielsweise der geruchsgesteuerten Navigation. Dazu passend zeigten Poellinger und Kollegen (2001) im Humanbereich, dass bei anhaltender olfaktorischer Stimulation (60s) neben dem primären olfaktorischen Kortex auch der Hippokampus sowie der insuläre und OfK in die Verarbeitung mit einbezogen werden, was ebenfalls als Hinweis auf die Beteiligung dieser Areale an der Kontrolle von olfaktorischen Habituationseffekten verstanden wurde.

In einem weiteren Tierexperiment konnten Dusek und Eichenbaum (1997) die Beteiligung des Hippokampus an geruchsassozierten Lernaufgaben nachweisen. Ratten, deren Hippokampus von sämtlichen kortikalen Verbindungen getrennt wurde, erbrachten nach wie vor olfaktorische Diskriminierungsleistungen. Die so behandelten Tiere waren aber nicht mehr zu Transferleistungen zwischen unabhängig voneinander gelernten olfaktorischen Inhalten in der Lage. Die Autoren interpretierten diese Befunde als Ausdruck der bedeutenden Rolle des Hippokampus am Aufbau oder am Ausdruck der Repräsentation von Beziehungen zwischen verschiedenen (olfaktorischen) Gedächtnisinhalten. Passend zu diesem Befund konnten Savic et al. (2000) im Humanbereich eine hippocampale Aktivierung ausschließlich bei Aufgaben zur Diskriminierung der Geruchsqualität nachweisen, was durch eine hohe Enkodierungsaktivität bei dieser Art von Aufgabe erklärt wird. Bei einfacher Geruchsdarbietung, der Diskrimination von Geruchskonzentration oder dem Abruf olfaktorischer Information aus dem Kurzzeitgedächtnis zeigten sich keine hippocampalen Aktivierungen.

Eine Beteiligung des Hypothalamus an der Einschätzung geruchlicher Information fanden Zatorre, Jones-Gotman und Rouby (2000). Die Autoren ließen Versuchspersonen entscheiden, welcher von jeweils zwei präsentierten Gerüchen der angenehmere und welcher der intensivere sei. Nur bei den Einschätzungen zur Angenehmheit konnten die Autoren - neben Aktivierungen in anderen olfaktorische Informationen verarbeitenden Arealen - auch eine Aktivierung im Hypothalamus nachweisen. Die Autoren vermuten, dass diese Struktur immer dann in Bewertungsprozesse involviert ist, wenn die affektive Beurteilung olfaktorischer Information mit dem aktuellen internalen, endokrinen Status abgeglichen werden muss.

Auch die Beteiligung neokortikaler Strukturen an der Geruchsverarbeitung konnte wiederholt in Studien unter Verwendung funktioneller Bildgebung nachgewiesen werden (Kobal & Kettenmann, 2000; Savic et al., 2000; Sobel, Johnson & Mainland, 2003; Zald & Pardo, 2000; Zatorre, Jones-Gotman, Evans & Meyer, 1992). Die Ergebnisse von Fulbright und Mitarbeitern (1998) geben Hinweise auf eine valenzabhängige Lateralisierung hinsichtlich der Geruchsverarbeitung im Bereich des insulären Kortex: In Reaktion auf einen angenehmen Geruch (Clementine) war die Aktivierung im Bereich der linken Insula größer als die in Reaktion auf einen unangenehmen (Isovaleriansäure). Im Bereich der Inselregion und des frontalen operkulären Kortex befindet sich ebenfalls der primäre gustatorische Kortex (Rolls & Scott, 2003), was die enge Beziehung der geruchlichen und geschmacklichen Modalität unterstreicht.

Eine Beteiligung des OfK bei einfacher olfaktorischer Wahrnehmung konnte erstmals von Zatorre et al. (1992) gezeigt werden und ist seither konsistent in verschiedenen Studien und mit unterschiedlicher Methodik nachgewiesen worden (vgl. Royet & Plailly, 2004; Sobel et al., 2003; Zald & Pardo, 2000). Darüber hinaus belegen verschiedene Arbeiten die zentrale, integrative Rolle des OfK bei der flexiblen Verhaltensanpassung an emotional relevante Gerüche in Abhängigkeit vom aktuellen internen Status (O' Doherty et al., 2000; Rolls, 2001; Schoenbaum, Chiba & Gallagher, 1998). Schoenbaum, Chiba und Gallagher (1999) trainierten Ratten mit einer Aufgabe zum olfaktorischen Diskriminationslernen und zeichneten die Aktivität in der Amygdala und im OfK auf. Neurone in der Amygdala zeigten bereits in einer frühen Lernphase selektive Aktivierungen, welche sich bei einer Veränderung der Kontingenzen zum großen Teil anpassten. Im Gegensatz dazu waren Neurone im OfK erst dann selektiv aktiviert, wenn das Lernkriterium erreicht war, und passten sich bei Veränderung der Kontingenzen deutlich seltener an. Diese differentielle Entwicklung der neuronalen Aktivität wurde interpretiert als Ausdruck einer schnellen Verhaltensanpassung durch die Amygdala in Erwartung negativer Konsequenzen und einer Aufrechterhaltung und kontextuellen Integration gelernter Kontingenzen durch den OfK. Die Autorengruppe nimmt außerdem an, dass der OfK über absteigende Verbindungen Neuronenverbände in der Amygdala bei Aufgaben des Arbeitsgedächtnisses unterstützt (vgl. absteigender Informationsfluss in Abbildung 2.1). Rolls, Critchley, Mason und Wakeman (1996) wiesen die Bedeutung des OfK für geruchliche und geschmackliche Lernprozesse beim Affen nach. Die Autoren konnten zeigen, dass 68 Prozent der auf Gerüche reagierenden Neurone im OfK ihr Antwortverhalten nach Veränderungen des Belohnungswertes olfaktorischer Reize modulieren und 25 Prozent sogar vollständig umstellen.

Nach Schoenbaum und Setlow (2001) leistet der OfK die Verknüpfung zwischen Hinweisreizen (cues) und dem aktuellen Wert (incentive value) von assoziierten Verstärkern, welcher jeweils abhängig ist vom gegenwärtigen internen Status des Individuums. Bei der Auswahl und Ausführung einer adäquaten Verhaltensstrategie arbeiten demnach die Amygdala und der OfK zusammen: In der Amygdala wird die motivationale Bedeutsamkeit von Reizen gespeichert und der OfK nutzt diese Information zur flexiblen, statusabhängigen, zielgerichteten Verhaltensanpassung (Schoenbaum, Chiba & Gallagher, 1998). Rolls (2001) untersuchte die Reaktionen des OfK auf Nahrungsgerüche bei Primaten und konnte die Abhängigkeit der neuronalen Aktivität vom internen Status bestätigen: Die Reaktion olfaktorischer Neurone im OfK auf ein Nahrungsmittel, welches vorher bis zur Sättigung gegessen wurde, war reduziert, während die Ansprechbarkeit durch den Geruch anderer Nahrungsmittel erhalten blieb. Diese Befunde wurden für den Humanbereich bestätigt. O'Doherty et al. (2000) zeigten, dass auch beim Menschen die Reaktion im OfK auf den Duft eines bis zur Sättigung aufgenommenen Nahrungsmittels reduziert war. Die Reaktion auf die Düfte nicht verspeister Nahrungsmittel war jedoch unverändert, was wiederum die Berücksichtigung des Verstärkungswertes eines Hinweisreizes in Abhängigkeit von aktuellen internen Status verdeutlicht.

Verschiedene Studien zeigen die Bedeutung präfrontaler Kortexareale für die Verarbeitung der emotionalen Bedeutsamkeit olfaktorischer Reize. So konnten Zald und Pardo (1997) eine vermehrte Aktivierung der Amygdala und des linken OfK in Reaktion auf einen extrem aversiven Duft darstellen. Dazu passen die Ergebnisse von Anderson et al. (2003b). Die Autoren konnten zeigen, dass im OfK emotional negative Gerüche hauptsächlich links lateral, emotional positive Gerüche jedoch primär rechts medial verarbeitet werden. Rolls, Kringelbach und Araujo (2003) zeigten ebenfalls, dass angenehme Gerüche den medialen Anteil des rostralen OfK aktivieren und dass die Intensität der Aktivierung in diesen Arealen mit der erlebten Angenehmheit des Duftes korreliert ist. Ratings der Unangenehmheit des Duftes hingen mit Aktivierungen im linken, mehr lateral gelegenen OfK zusammen und die Intensitätsratings waren mit Aktivierungen im primären olfaktorischen Kortex (Pfk, anteriorer entorhinaler Kortex) korreliert. Royet et al. (2000) präsentierten in einer PET-Studie olfaktorische, visuelle und auditive Reize. Die Aufgabe der Probanden bestand im Treffen der Entscheidung, ob der jeweilige Reiz als angenehm oder unangenehm empfunden werde. Es zeigte sich, dass unabhängig von der jeweiligen Modalität das Treffen von emotionalen Entscheidungen mit der Aktivierung eines Netzwerkes, bestehend aus dem OfK, dem temporalen Pol und dem superioren frontalen Gyrus der linken Hemisphäre, einherging.

Zu den dargestellten Befunden der Lokalisation diskriminativer Operationen (angenehm vs. unangenehm bzw. gesättigter vs. ungesättigter Geruch) im OfK passen die Ergebnisse von Hulshoff et al. (2002). Die Autoren wiesen bei Patienten mit Frontalhirnschädigungen eine herabgesetzte olfaktorische Diskriminationsleistung nach, während die Detektionsfähigkeit für Gerüche bei der Patientengruppe nicht beeinträchtigt war.

Bei der obigen Darstellung der neuronalen Grundlagen chemosensorischer Reizverarbeitung wurde deutlich, dass Geruchswahrnehmung keineswegs als ein Prozess der passiven, internen Abbildung des externen Milieus flüchtiger Substanzen und deren Konzentrationsverhältnisse beschreibbar ist. Durch Lernprozesse auf den verschiedenen Ebenen [Pfk (Dade et al., 2002; Lebel et al., 2001; Vanderwolf & Zibrowski, 2001), Amygdala (Gottfried et al., 2002; Hudry et al., 2001; Otto et al., 2000; Walker et al., 2005) Hippokampus (Deshmukh & Bhalla, 2003; Dusek & Eichenbaum, 1997; Poellinger et al., 2001; Savic et al., 2000)], wechselseitige Projektionen zwischen den Verarbeitungsstufen (Illig, 2005; Royet & Plailly, 2004; Wilson & Sullivan, 2003) und unter Berücksichtigung des aktuellen internen Status (O´Doherty et al., 2000; Rolls, 2001; Schoenbaum et al., 1998; Schoenbaum & Setlow, 2001) wird die Wahrnehmung und die Bedeutung olfaktorischer Reize durch den Organismus konstruiert und ist daher massiv abhängig von internen Zuständen im wahrnehmenden Individuum. Mit den Ausführungen zum absteigenden Informationsfluss im olfaktorischen System (Abbildung 2.1) wurden außerdem die neuronalen Grundlagen einer Einflussnahme höherer Prozesse der Informationsverarbeitung auf früheste chemosensorische Verarbeitungsprozesse dargestellt. Beispielsweise konnten Rückprojektionen in den BO aus dem primären olfaktorischen Kortex sowie aus präfrontalen Kortexarealen in die Amygdala und den Thalamus dargestellt werden (Wilson & Sullivan, 2003) und Illig (2005) wies ebensolche aus dem OfK zum anterioren Pfk bei der Ratte nach.

2.2 Modulation der Geruchswahrnehmung durch allgemeinspsychologische Faktoren, Persönlichkeit und chemische Überempfindlichkeit

2.2.1 Top-down Verarbeitung: Konstruktion geruchlicher Wahrnehmung

Geruchswahrnehmung lässt sich als ein Informationsverarbeitungsprozess beschreiben, bei dem Reize aus der Umwelt aufgenommen und über verschiedene Gedächtnissysteme verarbeitet werden (Dalton, 1996). Das Ergebnis dieser komplexen Verarbeitung ist abhängig von Informationen, welche in dem eingehenden Reiz enthalten sind und zu einer spezifischen Reizung der sensorischen Rezeptoren führen (bottom-up). Diese Aspekte können durch Variation von Eigenschaften des Stimulusmaterials untersucht werden. So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass die zentralnervöse Verarbeitung von Geruchsreizen von der Konzentration (Pause, Sojka & Ferstl, 1997; Tateyama, Hummel, Roscher, Post & Kobal, 1998; Wang, Walker, Sardi, Fraser & Jacob, 2002) und der molekularen Zusammensetzung des chemosensorischen Stimulusmaterials (Hummel, Doty & Yousem, 2005; Kobal & Hummel, 1991; Pause, 2002) abhängt. Darüber hinaus wurden bisher verschiedene nicht chemosensorische Faktoren nachgewiesen, welche ebenfalls die Geruchswahrnehmung beeinflussen. Durch diese Faktoren lässt sich ein Wahrnehmungskontext beschreiben, in dem die Interpretation des molekularen Inputs durch den Wahrnehmenden geleistet wird. In einem Modell von Dalton und Hummel (2000) wird die damit skizzierte, parallele Prozessierung olfaktorischer Information dargestellt, bei der einerseits Informationen aus der Umgebung aufgenommen und in Richtung Gehirn geleitet werden und andererseits nicht sensorische, top-down Faktoren den Wahrnehmungsprozess steuern und modulieren (Abbildung 2.2).

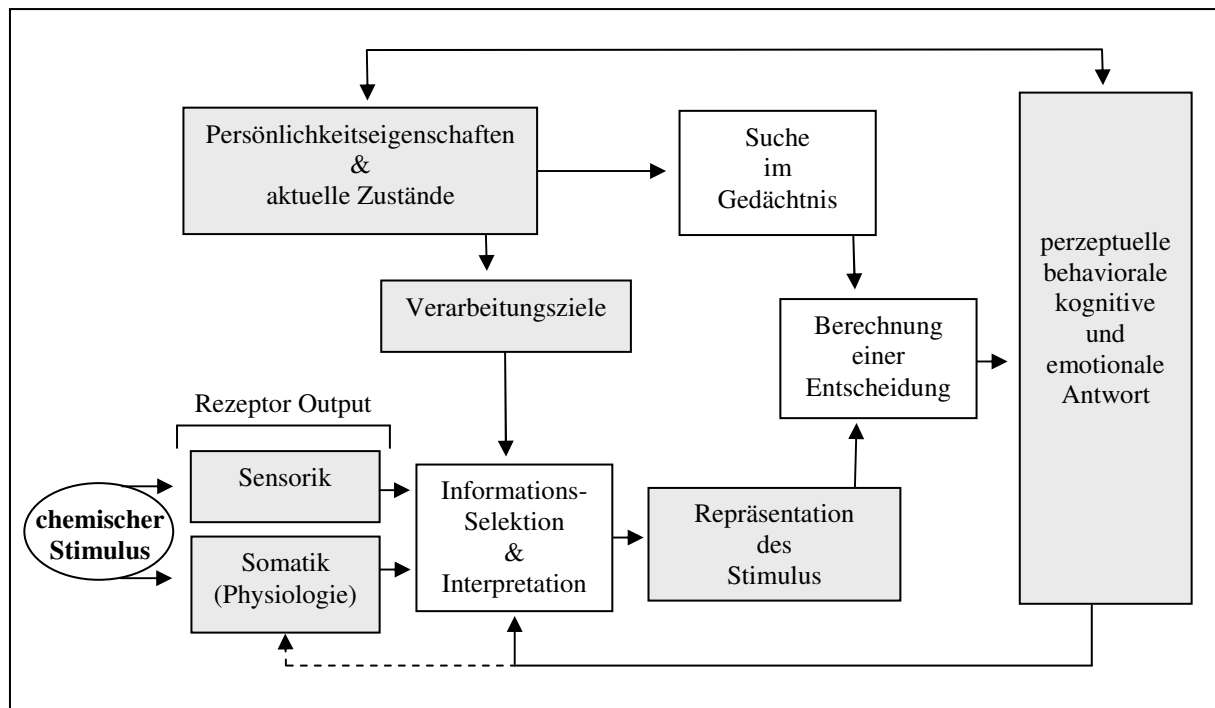


Abbildung 2.2: Informationsverarbeitungsmodell chemosensorischer Wahrnehmung nach Dalton und Hummel (2000). Die grau unterlegten Kästen kennzeichnen Konstrukte oder Zustände, die leeren Kästen repräsentieren Prozesse. Bottom-up Prozesse sind hauptsächlich durch nach rechts und aufwärts gerichtete Pfeile dargestellt, top-down Prozesse hauptsächlich durch nach links und abwärts gerichtete Pfeile

Smeets und Dalton (2005) erläutern das vorgestellte Informationsverarbeitungsmodell an folgendem Beispiel: Bei der Wahrnehmung eines unangenehmen Geruchs in der Küche beinhaltet der olfaktorische Sinneseindruck lediglich zwei Informationen als Ergebnis der bottom-up Prozessierung: eine unmittelbare hedonische Bewertung der Unangenehmheit sowie einen Intensitätseindruck. Diese Wahrnehmungen, für sich genommen noch recht uneindeutig, führen zu vermehrter Aufmerksamkeit sowie zur Exploration der Umgebung nach weiteren Informationen. Dieses top-down gesteuerte Explorationsverhalten wird meist geleitet sein durch Hypothesen über mögliche Geruchsquellen (z.B. totes Nagetier?). Außerdem wird, in Abhängigkeit von Lernerfahrungen (Wenn es so in der Küche riecht, ist etwas nicht in Ordnung.), das Empfinden potentieller Gefahr erzeugt, welches mit einer Steigerung des Erregungsniveaus und der Initiierung einer Kaskade autonomer Reaktionen einhergeht, die ihrerseits beobachtbare physiologische Veränderungen (Steigerung der Herzrate, schwitzige Handflächen) produzieren. Ist die Geruchsquelle gefunden, kommt es zu einer eindeutigen Interpretation des chemosensorischen Stimulus und einem behavioralen Antwortverhalten (Entfernung der Maus). Obwohl eine Beschränkung auf bottom-up Prozesse einen zeitlichen Vorteil bedeuten würde, ist vor allem für die Geruchswahrnehmung die Integration von top-

down Prozessen essentiell, da olfaktorische Stimuli häufig uneindeutig sind hinsichtlich der Geruchsquelle, der Bedeutung und der möglichen Konsequenzen (Smeets & Dalton, 2005).

Die Betonung top-down gerichteter interner Prozesse bei der geruchlichen Wahrnehmung kann in Beziehung zur konstruktivistischen Position der biologischen Erkenntnistheorie gesetzt werden, welche davon ausgeht, dass die Bedeutung eines Reizes die interne subjektive Konstruktion eines Beobachters ist und nicht in der Welt unabhängig vom Beobachter existiert (Foerster, 1995). Humberto Maturana (vgl. Maturana & Varela, 1984) prägte den Begriff der Autopoiese, mit dem die Organisationsform lebender Systeme bezeichnet wird. Autopoietische Lebensformen sind unter anderem gekennzeichnet durch Selbstreferentialität und operative Geschlossenheit. Selbstreferentialität beschreibt den Umstand, dass die eigenen Zustände einer autopoietischen Einheit nur intern gesteuert werden. Operative Geschlossenheit meint, dass das Gehirn ausschließlich eigene Zustandsveränderungen interpretiert, ein Reiz von außen also nur Selbstveränderungen initiieren kann, die dann wahrgenommen werden. Varela und Maturana (1984) bezeichnen Umstände im Umfeld eines Systems, die Zustandsveränderungen in dessen Struktur auslösen als Perturbationen. Diese Auslöser bestimmen oder instruieren (vorschreiben) jedoch nicht die Art und Weise der Reaktion, sondern vielmehr determiniert die interne Struktur des Organismus, wie auf eine Perturbation reagiert wird. Dieser Gedanke lässt sich auch in dem von Dalton und Hummel (2000) vorgestellten Modell nachvollziehen. Hier wird ebenfalls davon ausgegangen, dass die Antwort auf einen chemosensorischen Stimulus nicht durch diesen determiniert wird, sondern vielmehr das Ergebnis eines Konstruktionsprozesses des Individuums darstellt, welcher von internen Zuständen wie beispielsweise Persönlichkeitsfaktoren, Vorerfahrungen und Verarbeitungszielen bestimmt wird

Im Folgenden wird näher auf top-down wirksame allgemeinpsychologische Faktoren eingegangen, die experimentell oder willentlich modulierbar sind. Zu diesen gehören Informationen aus anderen Modalitäten, Stimmung, Aufmerksamkeit, Expositionsgeschichte sowie der kognitive Wahrnehmungskontext. Außerdem werden die Auswirkungen von Persönlichkeitsfaktoren und chemische Überempfindlichkeit auf die Geruchswahrnehmung dargestellt. Weitere Faktoren, die ebenfalls vom sensorischen Input unabhängig die Geruchsverarbeitung beeinflussen, wie beispielsweise biologische Personen-Variablen [z.B., Alter (Evans, Cui, & Starr, 1995; Hummel, Heilmann, & Murphy, 2001), Geschlecht (Evans et al., 1995), Menstruationszyklus (Pause, Sojka, Krauel, Fehm-Wolfsdorf, & Ferstl, 1996a)], neurodegenerative Erkrankungen [z.B. Morbus Parkinson (Barz, Hummel, Pauli, Majer, Lang, & Kobal, 1997; Hawkes, Shephard & Daniel, 1997), Morbus Alzheimer (Peters, Hummel, Kratzsch, Löttsch,

Skarke, & Frölich, 2003)] oder psychiatrische Erkrankungen [Schizophrenie (Turetsky, Moberg, Owzar, Johnson, Doty, & Gur, 2003)], werden in den folgenden Ausführungen nicht mitberücksichtigt.

2.2.2 Informationen aus anderen Modalitäten

Zellner und Kautz (1990) konnten zeigen, dass die Intensitätswahrnehmungen von Nahrungsmittelgerüchen alleine durch die Farbe beeinflusst werden: Die Duft Intensitätsratings der objektiv gleichen Geruchskonzentrationen wurden als intensiver eingeschätzt, wenn sie in gefärbten Flüssigkeiten präsentiert wurden. Morrot, Borchet und Dubourdieu (2001) führten passend dazu vor, wie sehr die Geruchswahrnehmung von Weinen von der Farbe abhängig ist. Sie konnten zeigen, dass ein Weißwein, welcher mit einem geruchlosen Färbemittel rot gefärbt wurde, olfaktorisch als Rotwein beschrieben wurde. Le Norcy (1988) präsentierte dasselbe, bekannte Parfüm in drei verschiedenen Verpackungen. Eine Verpackung war die Originalverpackung und zwei deutlich andere, nicht markierte Flaschen dienten als Vergleich. Es zeigte sich, dass nicht eine der vierzig getesteten Personen erkannte, dass alle drei Flaschen das gleiche Parfüm enthielten. Gottfried und Dolan (2003) konnten nachweisen, dass in einer Geruchs-Detektionsaufgabe schnellere und exaktere Antworten gegeben wurden, wenn Gerüche in einem semantisch kongruenten visuellen Kontext präsentiert wurden und vermuten durch Interpretation der gleichzeitig erhobenen fMRT Daten die neuronale Grundlage dieser krossmodalen Fazilitation im Bereich des anterioren Hippokampus und rostro-medialen OfK. Auch gustatorische Reize haben einen Einfluss auf die Geruchswahrnehmung. Dalton, Doolittle, Nagata und Breslin (2000) zeigten, dass die absolute Wahrnehmungsschwelle für einen olfaktorischer Reiz (Benzaldehyd: Mandel/Kirsch-Geruch) durch die gleichzeitig Präsentation eines kongruenten gustatorischen Reizes (Saccharin: süß) gesenkt wurde. Die neuronale Grundlage für die oben beschriebenen krossmodalen Modulationen konnte von Rolls (2001) gezeigt werden: Vor allem in der Amygdala und im OfK laufen visuelle, gustatorische, somatosensible und olfaktorische Informationen zusammen und werden integriert.

2.2.3 Stimmung

Im Zuge der Untersuchung der top-down Modulation chemosensorischer Reizverarbeitung konnte gezeigt werden, dass auch das aktuelle emotionale Befinden die Geruchsverarbeitung beeinflusst. Chen und Dalton (2005) versetzten ihre Versuchsteilnehmer durch das Zeigen von Videosequenzen in verschiedene emotionale Zustände (Fröhlichkeit, Trauer, Negativität/Feindseligkeit, Neutralität) und untersuchten den Einfluss der Stimmung auf die wahrge-

nommene Duftintensität. Dabei konnte für Männer gezeigt werden, dass die Düfte in einem gefühlswegten Zustand stärker wahrgenommen werden. In einer eigenen Arbeit (Laudien, Küster, Sojka, Ferstl & Pause, 2004) wurde der Einfluss von Stimmung auf die zentralnervöse Geruchsverarbeitung untersucht. Zur Induzierung von Hilflosigkeit wurde eine unlösbare soziale Unterscheidungsaufgabe in Kombination mit einer gefälschten Rückmeldung eingesetzt. Während der Bearbeitung dieser Aufgabe wurden den Teilnehmerinnen Düfte präsentiert und das EEG aufgezeichnet. Es konnte nachgewiesen werden, dass die olfaktorische Reizverarbeitung während experimentell induzierter Hilflosigkeit auf einer frühen Verarbeitungsstufe reduziert ist. Neben diesen Befunden zu Modulation der chemosensorischen Reizverarbeitung durch Veränderungen der Stimmung in einem normalen Schwingungsbereich, belegt eine Anzahl von Studien die Auswirkungen von Depressivität auf die Geruchswahrnehmung. So konnte durch die Untersuchung der absoluten Wahrnehmungsschwelle gezeigt werden, dass die Wahrnehmungsschärfe depressiver Patienten reduziert ist (Serby, Larson & Kalkstein, 1990, 1992; Pause et al., 2005; Pause, Miranda, Göder, Aldenhoff & Ferstl, 2001). Außerdem konnten einige Studien eine veränderte Reizbewertung olfaktorischer Stimuli bei Depression nachweisen. Pause, Miranda, Nystrud und Ferstl (2000) untersuchten die Bewertung visueller und olfaktorischer Reize und fanden deutliche Effekte im Ausmaß der evozierten Erregung. Depressive Patienten fühlen sich demnach durch olfaktorische (und auch visuelle) negative Reize stärker erregt als gesunde Kontrollpersonen. Steiner, Lidar-Lifschitz und Perl (1993) untersuchten die Gesichtsreaktionen auf olfaktorische Reize und fanden kürzere und verminderte Reaktionen bei depressiven Patienten. Eine veränderte zentralnervöse Reizverarbeitung geruchlicher Reize bei depressiven Patienten konnte von Pause et al. (2003) nachgewiesen werden. Vergleichbar mit den Ergebnissen der Untersuchung zur zentralnervösen Geruchsverarbeitung bei Hilflosigkeit (Laudien et al., 2004) ist die Verarbeitung geruchlicher Informationen bei depressiven Patienten ebenfalls auf einer frühen Verarbeitungsstufe reduziert.

2.2.4 Aufmerksamkeit

Spence, McGlone, Kettenmann und Kopal (2001) untersuchten die Auswirkungen von Aufmerksamkeit auf die Reaktionszeiten bei olfaktorischen und visuellen Diskriminierungsaufgaben. In ihrem Experiment bestand die Aufgabe der Probanden darin, die präsentierten Düfte und Lichtsignale möglichst schnell den Kategorien stark oder schwach zuzuordnen. Ein auditives Signal kündigte vor jeder Entscheidungsaufgabe an, in welcher Modalität (visuell oder olfaktorisch) die nächste Entscheidungsaufgabe zu treffen war, wobei 2/3 der Vorhersage richtig war und respektive in 1/3 der Fälle die weniger beachtete Modalität gereizt wurde. Die

Autoren konnten zeigen, dass sowohl bei visuellen als auch bei olfaktorischen Entscheidungen die Reaktionszeiten kleiner waren, wenn die Entscheidung in der erwarteten und demnach mit Aufmerksamkeit bedachten Modalität zu treffen war.

Der Bedeutung von Aufmerksamkeit für die Geruchswahrnehmung wurde außerdem durch die Untersuchung der geruchsassozierten Gehirnaktivität nachgegangen. Dabei konnte konsistent nachgewiesen werden, dass es bei der Zuwendung von Aufmerksamkeit auf die geruchlichen Stimuli zu einer Intensivierung der zentralnervösen Reaktionen kommt (Krauel, Pause, Sojka, Schott & Ferstl, 1998; Pause, Sojka & Ferstl, 1997). Dieser Effekt konnte schon für die frühesten Anteile der zentralnervösen Geruchsverarbeitung nachgewiesen werden. Auf entsprechende Befunde wird bei den Ausführungen zum chemosensorisch Ereignis korrelierten Potential (siehe 2.3.3.2 Das chemosensorische Ereignis korrelierte Potential) näher eingegangen.

2.2.5 Expositionsgeschichte

2.2.5.1 Habituation, Adaptation und Sensitivierung bei geruchlichen Stimuli

Bei der Darstellung der physiologischen Grundlagen chemosensorischer Wahrnehmung wurde bereits auf die Beteiligung der einzelnen neuronalen Strukturen an Habituations- und Sensitivierungsprozessen eingegangen. Diese bewahren ein Individuum davor Anstrengungen an unbedeutende Dinge zu verschwenden und die Handlungen auf für den Organismus relevante Aspekte zu fokussieren (Domjan, 1998). Nach Dalton (2000) erlaubt sensorische Adaptation dem Individuum einen Gleichgewichtszustand mit der Umgebung herzustellen, um hauptsächlich auf Veränderungen der olfaktorischen Situation zu reagieren. Dauerhafte und wiederholte Geruchsexposition kann zu einer reizspezifischen Reduktion der olfaktorischen Sensitivität (erhöhte absolute Wahrnehmungsschwellen, reduzierte Reaktion auf überschwellige Reize) führen, welche abhängig ist von der Konzentration des Duftstoffes und von der Expositionsdauer und sich bei Abwesenheit des Stimulus mit der Zeit wieder erholt. Wie bereits bei der Darstellung der neuronalen Grundlagen deutlich wurde, konnte dieser Lernprozess schon auf Rezeptorebene nachgewiesen werden (Zufall & Leinders-Zufall, 2000). Eine Beteiligung auch höherer Stufen der chemosensorischen Reizverarbeitung an Habituationsprozessen konnte von Cain (1977, nach Dalton 2000) durch die monorhinale Reizung und anschließende Sensitivitätsprüfung beider Nasenlöcher dargestellt werden. Nach Dauerexposition eines Nasenloches war die wahrgenommene Intensität der adaptierten Seite zwar stärker reduziert (was durch Adaptationsprozesse auf Rezeptorebene erklärbar ist), aber auch die Intensitätsratings der nicht adaptierten, kontralateralen Seite zeigten Anpassungen hinsichtlich der

wahrgenommenen Intensität im Sinne einer Habituation. Auf die besondere Rolle des BO bei diesen Lernprozessen wies Li (1990) hin. Die Möglichkeiten zur Modulation des Antwortverhaltens durch Projektionen aus höheren olfaktorischen Zentren zu den inhibitorischen Zellen des BO wurden hier in einem mathematischen Modell auf Grundlage der Anatomie und Physiologie des BO dargestellt. Durch die Beeinflussung hemmender Neurone kann demnach einerseits spezifische Habituation aber auch Steigerung der Sensitivität beispielsweise für einen gesuchten Duft realisiert werden. Unterschiede in der Adaptation an angenehme und unangenehme Gerüche wurden von Jacob, Faser, Wang, Walker und O'Connor (2003) untersucht. Sie konnten nachweisen, dass das olfaktorische System schneller an unangenehme als an angenehme Gerüche adaptiert, aber bei negativen Gerüchen eine größere Sensitivität für Veränderungen hinsichtlich der Stimulation zeigt. Die Autoren schlussfolgern aus diesem Befund, dass das olfaktorische System in besonderer Weise sensibel ist für die Verarbeitung potentieller, olfaktorischer Warnsignale.

Ein empirisches Beispiel für den Einfluss der Expositionsgeschichte auf die Wahrnehmungsschärfe und die Einschätzung der Geruchsintensität findet sich in der Studie von Dalton, Wysocki, Brody und Lawley (1997b). Die Autoren untersuchten die absoluten Wahrnehmungsschwellen, Intensitätseinschätzungen und chemosensorischen Irritationen in Reaktion auf Azeton und einen Kontrollduft bei Arbeitern, die täglich mit diesem Reizmittel in Kontakt waren, und verglichen diese mit minimal exponierten Kontrollpersonen. Die Arbeiter zeigten erhöhte Wahrnehmungsschwellen und geringere Intensitätseinschätzungen als die Kontrollen. Außerdem gaben die Kontrollen mehr chemosensorische Irritationen an (siehe auch Wysocki, Dalton, Brody & Lawley, 1997). Dieser Effekt konnte auch für andere chemosensorische Stoffe beschrieben werden (Isopropnaol: Smeets & Dalton, 2002; Styrol: Dalton et al., 2003).

Das es in Abhängigkeit von der Expositionsgeschichte auch zu einer solchen Intensivierungen der Geruchswahrnehmungen kommen kann, wiesen Orbaek et al. (1998) nach. Sie untersuchten Personen mit toxischer Enzephalopathie (siehe Abschnitt 2.2.8 Chemische Überempfindlichkeit) und gesunde Kontrollpersonen mit einem kontrollierten Lösungsmittel-Challenge-Test und konnten zeigen, dass die Patienten bereits bei geringsten Konzentrationen hohe Sensitivität mit unmittelbar einsetzenden Belästigungs- und Müdigkeitsreaktionen zeigten. Dabei war es den Patienten, im Gegensatz zu den Gesunden, nicht möglich zwischen Geruchsintensität und dem Erleben von Irritationen zu differenzieren. Auch Möller, Pause und Ferstl (1999) wiesen eine Intensivierung der Geruchswahrnehmung in Abhängigkeit von der Expositionsgeschichte nach. Die Autoren untersuchten Frauen mit einer spezifischen Anos-

mie für Androstenon, einer Komponente des menschlichen Körpergeruchs. Vor und nach wiederholter Duftexposition wurden die absoluten Wahrnehmungsschwellen für Androstenon erhoben und es zeigte sich, dass bei 83 Prozent der duftexponierten Teilnehmerinnen nach anfänglicher Anosmie eine Wahrnehmung induziert werden konnte, die sich außerdem augenscheinlich zu einer eher negativen Bewertung veränderte. Hulshoff Pol, Hijman, Baaré und Ree (1998) untersuchten, ob die Intensitätseinschätzungen von Düften durch die Intensität vorher präsentierter Düfte beeinflusst werden. In den zwei Gruppen wurden als experimentelle Variation entweder starke oder schwache Gerüche miteinander verglichen. Vor (Baseline) und nach diesen Vergleichen wurden unterschiedliche Konzentrationen des gleichen Duftes hinsichtlich der Intensität eingeschätzt. In der Baseline-Messung unterschieden sich die Intensitätsratings der Gruppen nicht. Im zweiten Rating jedoch überschätzten diejenigen Personen, die vorher schwache Geruchsproben verglichen hatten die Intensitäten im Vergleich zur Baselinemessung, während der Vergleich starker Gerüche in der anderen Gruppe die Intensitätsratings nicht beeinflusste.

2.2.5.2 Klassische Konditionierung geruchlicher Stimuli

Auch bei der Untersuchung von Lernprozessen der klassischen Konditionierung konnten in der olfaktorischen (und gustatorischen) Modalität im Rahmen von Experimenten zum Geruchs- und Geschmacksaversions-Lernen Besonderheiten dargestellt werden (Domjan, 1998). Die Bedeutsamkeit dieser Lernvorgänge für das Überleben wird leicht verständlich vor dem Hintergrund, dass die meisten Dinge in der Umwelt nicht essbar sind. Eine Möglichkeit sichere Nahrungsmittel auszuwählen besteht darin, den Zusammenhang zwischen dem Geruch oder Geschmack und dem krankmachenden Effekt zu lernen, um so giftige Substanzen meiden zu können. Vor dem Hintergrund der Bedeutsamkeit dieser Vermeidung ungenießbarer Substanzen für das Überleben überrascht es wenig, dass eine Assoziation zwischen einem Geruch (konditionierter Stimulus, CS) und beispielsweise Übelkeit (unkonditionierter Stimulus, UCS) schon nach nur einer Paarung stabil aufgebaut werden kann. Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass eine Verknüpfung zwischen einem unbekanntem Duft und der eine Vergiftung anzeigenden Folge auch bei CS-UCS Intervallen von mehreren Stunden aufgebaut wird (Domjan, 1998). Diese speziellen Charakteristika des Geruchs- und Geschmacksaversionslernens sind notwendig, da die negativen Folgeerscheinungen einer Vergiftung erst bei der Verdauung und Verteilung der schädlichen Substanzen innerhalb des Körpers zu Tage treten. Außerdem sind einmal aufgebaute geruchliche Lernerfahrungen zeitlich sehr stabil. So berichtet Engen (1991) von einer Untersuchung, bei der Vpn eine große Menge verschiedener Düfte

lernte, um später im Paarvergleich mit jeweils einem neuen Duft, die vorher gelernten Düfte wieder zuerkennen. Es zeigte sich, dass die Identifikationsgenauigkeit der Probanden genau so gut am Tag des Geruchslernens selbst, wie auch nach einem Jahr war. Auch ist eine einmal aufgebaute Assoziation extrem immun gegenüber Störungen, die in anderen Modalitäten zum Vergessen führen. Eine einmal aufgebaute Assoziation mit einem Geruch persistiert und dominiert spätere Lernerfahrungen, was in einem Experiment von Lawless und Engen (1977, zitiert nach Engen, 1991) deutlich wird. Die Autoren instruierten ihre Vpn eine Verbindung zwischen Landschaftsbildern und Gerüchen zu lernen. Anschließend wurden dieselben Düfte mit anderen Landschaftsbildern präsentiert und wiederum sollte die Zusammengehörigkeit erinnert werden. Anschließend Tests zeigten, dass die erste Assoziation besser erinnert wurde als die nachfolgende.

2.2.6 Kognitiver Wahrnehmungskontext

2.2.6.1 Name und Herkunft

Gerüche können einen Kontext herstellen, welcher die Bewertung von Umweltreizen beeinflusst (Cupchik & Phillips, 2005). Andererseits ist aber auch die Geruchswahrnehmung selbst abhängig vom kognitiven Wahrnehmungskontext. Distel und Hudson (2001) untersuchten den Einfluss von Wissen um die Herkunft eines Duftes auf die Geruchswahrnehmung. Sie präsentierten vierundzwanzig allgemein bekannte Düfte mit und ohne dazugehörige Herkunftsbeschreibung und konnten zeigen, dass die wahrgenommene Intensität, Angenehmheit und Bekanntheit größer war, wenn die Herkunft des Duftes selbstständig benannt werden konnte oder der entsprechende Name vorgegeben wurde. Am höchsten fielen die Ratings aus, wenn eine gute Passung zwischen der vorgegebenen Beschreibung und dem präsentierten Duftbeispiel empfunden wurde. Schab und Crowder (1991) fanden Hinweise darauf, dass alleine die vorherige Namensnennung des geruchlichen Reizes die spätere Identifikationsleistung gegenüber nicht vorher benannten Gerüchen fazilitiert.

Herz (2003) untersuchte ebenfalls Effekte des kognitiven Kontexts auf die Geruchswahrnehmung. In ihrer Studie wurden acht allgemein bekannte Gerüche entweder ausschließlich auf Grundlage des sensorischen Inputs oder in Kombination mit Informationen über ihre Herkunft (natürlich, synthetisch) bzw. einer deskriptiven Bezeichnung des Duftes präsentiert und durch die Teilnehmer hinsichtlich der empfundenen Angenehmheit, Bekanntheit und Sicherheit bewertet. Es zeigte sich, dass die Geruchsbezeichnung einen die Wahrnehmung beeinflussenden Effekt hatte, der sich auf sämtliche Bewertungen auswirkte. So führte beispielsweise die Annahme einer natürlichen Herkunft bei positiven Gerüchen zur Einschätzung von

größerer Angenehmheit des Duftes. Die angenommene Herkunft (natürlich vs. synthetisch) des Stimulusmaterials hingegen wirkte sich hauptsächlich auf die Einschätzung der von der Exposition ausgehenden Gefahr aus: Wenn die Probanden glaubten, dass die Düfte natürlicher Herkunft waren, wurden sie als sicherer bewertet. In einer weiteren Studie von Herz und Clef (2001) wurden Düfte in Kombination mit positiven oder negativen Beschreibungen der Geruchsquelle präsentiert. So wurde beispielsweise eine Kombination aus Isovaleriansäure und Buttersäure (1:1) einmal mit der Bezeichnung „Parmesankäse“ (positiv) und ein anderes Mal mit dem Namen „Erbrochenes“ (negativ) versehen. Es zeigten sich extreme kontextabhängige Veränderungen der Valenzeinschätzungen, welche die Autoren als Nachweis für olfaktorische Illusionen bezeichneten, da hier der Kontext die Wahrnehmung eines invarianten Stimulus radikal veränderte.

Rappenus (1998) präsentierte Versuchsteilnehmern zwei Düfte (Androstenon & Linalool), die entweder als Parfümbestandteil oder Toilettengeruch bezeichnet wurden und konnte eine Beeinflussung der Geruchswahrnehmung durch den Wahrnehmungskontext für den Duft Androstenon nachweisen, welcher in der Parfümbedingung tendenziell als angenehmer bewertet wurde. Außerdem wurde dieser Duft in den beiden Kontextbedingungen völlig unterschiedlich beschrieben. Während im Parfümkontext die Begriffe blumig, duftend, dunkel und würzig verwendet wurden, wurde der Duft im negativen Kontext als scharf, stechend und nach Schweiß riechend beschrieben.

2.2.6.2 Potentielle Gefahr und Bedrohung

Die Modulation der Geruchswahrnehmung durch den kognitiven Wahrnehmungskontext wurde ebenfalls von Dalton (1996) nachgewiesen. In einem ersten Experiment wurden die Teilnehmer gebeten die Geruchsqualität von Düften einzuschätzen. Per Instruktion wurden zwei Gruppen gebildet: Die erste Gruppe sollte die Eignung der Düfte als Zusatz für Produkte zur Verstärkung der Wahrnehmung von Gesundheitsförderlichkeit („gesund“-Gruppe), die zweite von Gesundheitsschädlichkeit („schädlich“-Gruppe) beurteilen. Während sich die Einschätzung einiger Düfte vom Kontext unbeeinflusst zeigte (Essigsäure wurde von der „schädlich“-Gruppe als hoch gesundheitsschädlich und von der „gesund“-Gruppe als wenig gesundheitsförderlich wahrgenommen, Vanilin umgekehrt) zeigten die Beurteilungen anderer Düfte hohe Kontextabhängigkeit. So wurde Isobornylazetat (IBA) von der „gesund“-Gruppe als relativ hoch gesundheitsförderlich, von der „schädlich“-Gruppe aber auch als hoch gesundheitsschädlich eingeschätzt. In einem zweiten Experiment mit anderen Vpn und zwanzigminütiger IBA Dauerexposition, wurden durch Informationen über Herkunft und potentielle

Wirkung des eingesetzten Duftes bei drei Gruppen unterschiedliche kognitive Wahrnehmungskontexte hergestellt. Der ersten Gruppe wurde erklärt, bei dem eingesetzten Duft handle es sich um einen natürlichen Extrakt des Balsam-Baumes, welcher positive Wirkungen auf das Befinden und die Gesundheit habe (positiver Bias). Eine zweite Gruppe erhielt die Information, dass der präsentierte Duft ein in der Industrie eingesetztes Lösungsmittel sei, welches bei Langzeitexposition zu gesundheitlichen Schwierigkeiten und kognitiven Funktionsstörungen führe (negativer Bias). Die dritte Gruppe wurde informiert, dass es sich um einen in der Geruchsforschung empfohlenen und standardmäßig eingesetzten Duft handle (neutraler Bias). Vor und nach der Exposition wurde die absolute Wahrnehmungsschärfe für IBA und einen Kontrollduft ermittelt und während der Exposition minütlich die wahrgenommene Intensität erhoben. Hinsichtlich der Wahrnehmungsschärfe zeigte sich wie erwartet eine selektive Reduktion für IBA nach Dauerexposition im Sinne einer Habituation. Darüber hinaus ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Bias-Gruppen hinsichtlich der absoluten Wahrnehmungsschärfe. Im Unterschied zu diesen Ergebnissen der psychophysiologischen Messungen waren die Intensitätsratings deutlich durch den kognitiven Wahrnehmungskontext beeinflusst. Während die Ratings der „positiver Bias“-Gruppe eine typische Adaptationsfunktion mit Reduktion der wahrgenommenen Intensität über die gesamte Expositionsdauer widerspiegeln, intensivierten sich (nach initialer Reduktion) die Ratings der „negativer Bias“-Gruppe in der zweiten Versuchshälfte im Sinne einer geruchlichen Sensitivierung. Die Intensitätsratings der „neutraler Bias“-Gruppe lagen im Mittel dazwischen. Obwohl Symptome nicht kontrolliert erhoben wurden, gaben elf der fünfzehn getesteten Personen der „negativer Bias“-Gruppe und zwei der „neutraler Bias“-Gruppe geruchsassoziierte Symptome wie Kopfschmerz, Lethargie, Schwindel oder Irritationen als Folge der Exposition an. In weiteren Studien mit ähnlichem Versuchsaufbau und Instruktionen (Dalton, 1999; Dalton, Wysocki, Brody & Lawley, 1997a) konnte nachgewiesen werden, dass die kognitive Beeinflussung der Geruchswahrnehmung nicht auf besonders uneindeutige Gerüche begrenzt ist. Auch die Wahrnehmung von Gerüchen, die auf Grundlage des sensorischen Inputs normalerweise als gesund oder als schädlich eingeschätzt werden bzw. tatsächlich bei hohen Konzentrationen zu chemosensorischen Irritationen führen (Azeton), können durch den kognitiven Wahrnehmungskontext moduliert werden. Dabei zeigen sich vergleichbare Kurvenverläufe der Adaptation mit ähnlichen Sensitivierungen in der negativen Kontextbedingung, ungeachtet des jeweiligen sensorischen Inputs. Vergleichbare Effekte konnten ebenso nachgewiesen werden, wenn der kognitive Wahrnehmungskontext nicht durch Instruktionen vorgegeben wurde, sondern über die Beobachtung von Aussagen und Reaktionen anderer Menschen auf-

gebaut wurden. Dalton, Dilks und Ruberte (1999, nach Dalton, 2002) ließen einen Verbündeten des Versuchsleiters, der sich als Versuchsteilnehmer ausgab, Bemerkungen über und Reaktionen auf einen dargebotenen Duft machen und untersuchten die Reaktionen auf den Duft bei den Vpn, die dies beobachteten. Siebzig Prozent der Teilnehmer, welche durch das soziale Vorbild negative Hinweise erhielten, gaben Irritationen und gesundheitliche Symptome nach der Exposition an, wohingegen bei positiven Hinweisen lediglich 12 Prozent solches berichteten. Bei neutralen Hinweisen gaben 34 Prozent Symptome an. Die Beobachtungen von Jones et al. (2000) fügen sich in dieses Bild. Die Autoren berichten von einer psychogenen Massenerkrankung an einer Schule. Kurz nachdem eine Lehrerin einen benzinartigen Geruch in ihrem Klassenraum bemerkt hatte, entwickelte sie akute Vergiftungssymptome (Kopfschmerz, Übelkeit, Kurzatmigkeit und Schwindel). Die Schule wurde evakuiert und eine große Anzahl von Mitarbeitern und Schülern musste wegen ihrer Symptome ärztlich behandelt werden. Trotz einer ausführlichen Untersuchung konnten keine medizinischen oder umweltbedingten Erklärungen gefunden werden und es gab keinerlei Hinweise für das Vorliegen einer toxischen Verbindung in der Umwelt. Einen Monat nach diesem Vorfall wurde eine Fragebogenuntersuchung durchgeführt. Es zeigte sich, dass die berichteten Symptome zusammenhingen mit dem weiblichem Geschlecht, der Beobachtung einer anderen, kranken Person, dem Wissen darum, dass ein Kassenkamerad krank war und der Wahrnehmung von ungewöhnlichen Gerüchen in der Schule.

Die Befunde zu den Auswirkungen des kognitiven Wahrnehmungskontextes auf die Geruchswahrnehmung und Symptomentwicklung lassen sich auch im Sinne eines Placebo- bzw. Nocebo-Effektes interpretieren, bei dem allein der Glaube an die positiven bzw. negativen Wirkungen eines an sich wirkungslosen Agens zu Veränderungen des Befindens führt (Evans, 2003). Es konnte gezeigt werden, dass die Beeinflussbarkeit durch Placebo-Effekte abhängig ist von der Selbstaufmerksamkeit. Gibbons, Carver, Scheier und Hormuth (1978) variierten in einem Placebo-Experiment die Selbstaufmerksamkeit der Probanden experimentell und konnten zeigen, dass erhöhte Selbstaufmerksamkeit den Placebo-Effekt deutlich verringert. Diese Variable wurde jedoch in keiner der oben angeführten Untersuchungen berücksichtigt.

2.2.7 Persönlichkeit

Pause, Ferstl und Fehm-Wolfsdorf (1998) untersuchten die Abhängigkeit der Wahrnehmungsschärfe von Persönlichkeitsdimensionen. Entsprechend der Persönlichkeitstheorie von Eysenck (Eysenck & Eysenck, 1985) wurde erwartet, dass die postulierte vermehrte Aktivierung

der *Formatio reticularis* bei Introvertierten zu höherer Sensitivität und damit niedrigeren Schwellen auch für olfaktorische Reize führt. Im Gegensatz dazu konnten signifikante Zusammenhänge mit dem Neurotizismus gefunden werden. Der Theorie von Eysenck nach zeigen Personen mit hohen Neurotizismus-Werten eine vermehrte Aktivierung des limbischen Systems. Da in diesen neuronalen Strukturen auch die frühe Geruchsverarbeitung stattfindet (siehe oben) ist dieser Befund, dass emotional hoch reaktive Personen auch bessere olfaktorische Leistungen zeigen, plausibel.

Larsson, Finkel und Pedersen (2000) konnten Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitsvariablen und der Geruchsidentifikationsleistungen nachweisen. Impulsivität und Mangel an Durchsetzungsfähigkeit waren signifikant negativ, Offenheit für neue Erfahrung hingegen positiv mit der Identifikationsleistung für Gerüche korreliert. Eine Regressionsanalyse zur Vorhersage der Identifikationsleistungen ergab Neurotizismus, Impulsivität sowie Offenheit als reliablen Prädiktoren für die Identifikationsleistung.

Verschieden Studien weisen außerdem auf die Bedeutung von Ängstlichkeit als Persönlichkeitsmerkmal für die Geruchswahrnehmung hin. So konnten Chen und Dalton (2005) zeigen, dass Trait-Ängstlichkeit sowohl Reaktionszeiten als auch Intensitätsratings bei Geruchsaufgaben beeinflusst. In ihrer Studie nahmen hoch trait-ängstliche Frauen emotional getönte Düfte als stärker wahr als neutrale Düfte. Trait-ängstliche Männer detektierten emotional getönte Düfte schneller als neutrale. Seeber et al. (2000) untersuchte die Auswirkungen von Persönlichkeitsvariablen auf die Häufigkeit von selbstberichteten chemosensorischen Symptomen bei Arbeitern unter verschiedenen Expositionsbedingungen. Die Autoren konnten zeigen, dass Ängstlichkeit als Persönlichkeitsmerkmal den höchsten Beitrag zur Aufklärung der Varianz selbstberichteter Symptome leistet. Außerdem zeigten sich signifikante, wenn auch schwächere Effekte hinsichtlich der berichteten Symptome für die „allgemeine Umweltsensitivität“ (Kieswetter, Sietmann, Zupanic, Thiel, Golka & Seeber, 1999). Auch Spurgeon (2002) identifizierte, neben anderen Merkmalen wie Persönlichkeitstyp und Depressivität, Ängstlichkeit als beeinflussenden Faktor für die Entwicklung von chemosensorischen Symptomen in Reaktion auf den Einsatz von Pestiziden in der Schafzucht. Zusammenfassend empfehlen Seeber et al. (2002) sowohl Expositionsfaktoren als auch Persönlichkeitsfaktoren bei der Analyse von Symptomen in Reaktion auf chemosensorische Reizung zu berücksichtigen.

2.2.8 Chemische Überempfindlichkeit

Chemische Überempfindlichkeit lässt sich definieren als die Disposition zur Entwicklung von Krankheitssymptomen (z.B. Übelkeit, Kopfschmerz, Atemschwierigkeiten) ausgelöst durch schwache, alltägliche Geruchsreize (Ryan, Morrow & Hodgson, 1988). Angaben zu Prävalenzraten selbstberichteter chemischer Überempfindlichkeit (scÜE) an der Gesamtbevölkerung schwanken zwischen 15 und 33 Prozent (Bell, Schwartz, Peterson & Amend, 1993; Kreutzer, Neutra & Lashuay, 1999; Meggs, Dunn, Bloch, Goodman & Davidoff, 1996). Verschiedene klinische Diagnosen sind mit chemischer Überempfindlichkeit assoziiert. Zu diesen gehören multiple chemische Sensitivität (MCS, Cullen, 1987, für eine ausführliche Darstellung siehe Graveling, Pilkington, George, Butler & Tannahill, 1999), idiopathische umweltbedingte Intoleranz (IEI, Bornschein, Förstl & Zilker, 2001; Dalton & Hummel, 2000), chronische toxische Enzephalopathie (Gyntelberg, Vesterhauge, Fog, Isager & Zillstorff, 1986) sowie sensorische Hyperreaktivität (Millqvist, Bende & Löwhagen, 1998).

Die bisherige Forschung zur Geruchswahrnehmung bei Personen mit chemischer Überempfindlichkeitssymptomatik führte unter Verwendung objektiver Methoden zu uneindeutigen Ergebnissen. In keiner der Studien konnten Auffälligkeiten hinsichtlich der Wahrnehmungsschärfe nachgewiesen werden (Hummel, Roscher, Jaumann & Kobal, 1996; Caccappolo et al., 2000; Doty, Deems, Frye, Pelberg & Shapiro, 1988). Hinsichtlich der Geruchsidentifikationsleistung fanden Caccappolo et al. (2000) wie auch Ojima et al. (2002) keine Besonderheiten, während Hummel et al. (1996) reduzierte Leistungen bei scÜE Patienten darstellte. Thriel et al. (2003) setzten Personen mit scÜE industriellen Lösungsmitteln aus und erhoben die Konzentrationen verschiedener entzündlicher Biomarker im Nasensekret, konnten aber auch hier keine Veränderungen in Abhängigkeit von der Exposition nachweisen.

Im Gegensatz zu diesen uneindeutigen Ergebnissen bei der Untersuchung von Personen mit chemischer Überempfindlichkeit mit objektiven Maßen weisen verschiedene Studien konsistent auf eine unspezifische, veränderte hedonische Geruchsbewertung dieser Personengruppe hin. In der oben angeführten Studie von Thriel et al. (2003) waren die subjektiv berichteten nasalen Irritationen bei den Personen mit scÜE unabhängig von der Substanz oder der Konzentration erhöht. Ojima et al. (2002) fanden mehr negative Bewertungen in Reaktion auf übliche Haushaltsgerüche und Caccappolo et al. (2000) zeigte, dass bei der Präsentation von Rosenduft (Phenylethylalkohol) von den MCS Patienten mehr trigeminale Symptome (brennen, stechen, Taubheit, etc.) berichtet werden und die ästhetischen Bewertungen (eine Kombination aus Intensität, Unangenehmheit und Gefährlichkeit) des Duftes niedriger ausfallen. Nordin et al. (2005) untersuchten die Wahrnehmung und zentralnervöse Verarbeitung

verschiedener Konzentrationen des Duftstoffs Pyridin bei Personen mit scÜE und konnten nachweisen, dass diese den Duft als intensiver und unangenehmer bewerteten und stärkere sensorische Irritationen angaben als Kontrollpersonen, wobei die Unterschiede sich mit zunehmender Konzentrationen verstärkten. Trotz dieser deutlichen Effekte bei den subjektiven Ratings konnten keine Veränderung der zentralnervösen Verarbeitung, die hier durch die Analyse der chemosensorisch Ereignis korrelierter Potentiale (CSEKP) operationalisiert wurde, nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu fanden Hummel et al. (nach Dalton & Hummel, 2000) bei einer Patientengruppe mit scÜE im Vergleich zu gesunden Kontrollen reduzierte frühe Komponenten (P1N1) im olfaktorisch Ereignis korrelierten Potential. Hummel et al. (1996) präsentierten normale Raumluft oder niedrige Konzentrationen eines gängigen chemischen Agens (2-Propanol) gesunden Kontrollpersonen und MCS-Patienten und fanden, dass 20% der MCS-Patienten nach der Exposition Symptome berichteten, unabhängig davon ob Raumluft oder sehr niedrige Konzentrationen 2-Propanols präsentiert wurden. Sie vermuten daher eine höhere Anfälligkeit von Personen mit scÜE für unspezifischen experimentelle Manipulationen.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass der Versuch einer Beschreibung der Geruchswahrnehmung ausschließlich über bottom-up Prozesse aus den im Stimulusmaterial enthaltenen Informationen eine unangemessene Reduktion darstellt. Verschiedene top-down wirksame Faktoren beeinflussen das Ergebnis des Konstruktionsprozesses der Geruchswahrnehmung, was zu vollständig unterschiedlichen Resultaten bei objektiv identischem Stimulusmaterial führen kann. Von modulatorischer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch die Wahrnehmung von Gefahr oder Bedrohung im Geruchskontext.

2.3 Chemosensorische Forschungsmethodik

Nach Doty und Kobal (1995) lassen sich die Methoden zur Untersuchung des Geruchsinns beim Menschen einteilen in psychophysikalische und neurophysiologische bzw. psychophysiologische Untersuchungsmethoden. Bei der Darstellung ausgewählter, psychophysikalischer Methoden werden im Folgenden Verfahren zur Bestimmung der Wahrnehmungsschärfe sowie solche zur Bewertung und Identifikation überschwelliger geruchlicher Reize vorgestellt. Außerdem wird ein aus der Emotionsforschung entlehntes Verfahren zur Abbildung der emotionalen Reaktion auf Gerüche - das Self-Assessment-Manikin - eingeführt. Im Hinblick auf psychophysiologische Testprozeduren wird im Anschluss auf die Analyse chemosensorisch Ereignis korrelierter Potentiale (CSEKP) zur zeitlich hochauflösenden Abbildung geruchsas-

soziierter Verarbeitungsprozesse sowie auf die Darstellung neokortikaler Aktivierungen durch Stromdichteanalysen eingegangen.

2.3.1 Messung der olfaktorischen Wahrnehmungsschärfe

Doty und Laing (2003) definieren die absolute oder Detektionsschwelle als diejenige Duftkonzentration, bei der das Vorhandensein eines Duftes reliabel detektiert werden kann. Diese wird abgegrenzt gegen die Erkennungsschwelle, welche erreicht ist, wenn das Stimulusmaterial spezifisch benannt werden kann. Doty, McKeown, Lee und Shaman (1995) untersuchten verschiedene olfaktorische Testverfahren und konnten zeigen, dass die Verwendung der Detektionsschwelle zu reliabeleren Ergebnissen führt als die der Erkennungsschwelle. Dem neusten Stand der Forschungsmethodik entsprechend werden zur Ermittlung der Detektionsschwelle jeweils zwei oder mehr Stimuli (z.B. eine Flasche mit einer niedrigen Konzentrationsstufe eines Duftes und eine oder mehrere duftfreie Kontrollflaschen) vorgegeben und der Proband dazu aufgefordert zu entscheiden, welche der Flaschen am stärksten riecht. Die Kombination mit einer Zwangswahl- (forced choice) Instruktion (der Proband muss sich für eine der präsentierten Stimuli entscheiden) minimiert nach Doty und Laing (2003) Verfälschungen durch Antworttendenzen und führt zu höherer Reliabilität und niedrigeren Detektionsschwellenwerten. Es müssen mehrere Vergleiche durchgeführt werden, um die Detektionsschwelle zu ermitteln. Hierbei ist es grundsätzlich möglich mit hohen Konzentrationen zu beginnen und dann absteigende Vergleiche durchzuführen, bis der Proband die Konzentration des Duftes nicht mehr von den duftfreien Kontrollflaschen differenzieren kann. Dieses Vorgehen hat den Nachteil, dass es zu Adaptationseffekten kommen kann. Günstiger ist demnach ein Beginn mit niedrigen Konzentrationen und anschließenden ansteigenden Vergleichen bis die Schwelle erreicht ist. Doty et al. (1995) weisen darauf hin, dass die Reliabilität der Schwellenmessung deutlich mit der Verlängerung des Messverfahrens ansteigt und schlagen das so genannte "staircase"-Verfahren vor, bei dem zunächst der Schwellenbereich grob mit ansteigenden Konzentrationen ermittelt wird, um anschließend in diesem Bereich mit auf- und absteigenden Vergleichen den Schwellenwert mehrfach zu ermitteln. Anschließend werden die Wendepunkte, also beim Aufsteigen derjenige Vergleich, bei dem eine Differenzierung zum ersten Mal gelingt, bzw. beim Absteigen derjenige, bei dem keine wahrnehmungsbasierte Unterscheidung mehr möglich ist, gemittelt. Vorgeschlagen wurde die Mittlung der letzten vier von insgesamt sieben durchgeführten Wendepunkten (Möller et al., 1999; Pause, Rogalski, Sojka & Ferstl, 1999c). Die Riechtechnik wird dabei den Probanden überwiegend frei gestellt, um so die ökologische Validität zu erhöhen.

Für das beschriebene Verfahren zur Ermittlung der Wahrnehmungsschärfe für olfaktorische Reize sind die Geruchsneutralität der Umgebung sowie die vollständige Abdichtung der Geruchsträger zwischen den Messungen essentiell, was am ehesten durch Glasflaschen mit Teflondichtungen gewährleistet ist (Pause, 2004).

2.3.2 Verfahren zur Bewertung überschwelliger geruchlicher Reize

Zur Bewertung überschwelliger, chemosensorischer Reize werden unter anderem Skalierungsprozeduren und Qualitätsidentifikations-Tests eingesetzt. Um die emotionale Reaktion auf einen geruchlichen Reiz zu erfassen, können Verfahren aus der Emotionsforschung entliehen werden (Pause, 2004).

Das relative, subjektiv wahrgenommene Ausmaß, in dem ein spezifisches Merkmal einer gegebenen Entität vorliegt, lässt sich mit Hilfe von Skalierungsprozeduren beschreiben. Zur Beurteilung chemosensorischer Perzeptionen können visuell-analoge Skalen verwendet werden, auf denen die Probanden die Stärke der jeweiligen Empfindung durch eine Markierung entlang einer mit Deskriptoren versehenen Linie beschreiben (Doty & Laing, 2003). Auf diese Weise lassen sich verschiedene Aspekte überschwellig präsentierter, geruchlicher Reize wie Intensität, Angenehmheit und Unangenehmheit oder Bekanntheit erheben. Diese Einschätzungen sind immer als relative Beurteilungen zu verstehen, da sie deutlich von idiosynkratischen und kontextuellen Faktoren beeinflusst werden, wie in den Ausführungen zur Modulation der Geruchswahrnehmung durch extra-chemosensorische Faktoren deutlich wurde.

Qualitätsidentifikations-Tests lassen sich nach Doty und Laing (2003) in drei Gruppen aufteilen: Benennungs-Tests, Ja/Nein-Identifikations-Tests und Multiple-Choice-Identifikations-Test. Im Benennungs-Test muss der Proband den präsentierten Duft mit einem Namen versehen, was häufig selbst bei bekannten Düften und vor allem bei der Vorgabe von einzelnen Düften (Giboreau, Urdapilleta & Richard, 2003) eine schwierige Aufgabe ist. In Ja/Nein-Identifikations-Tests muss der Proband entscheiden, ob eine vorgegebene Duftprobe nach einer durch den Experimentator benannten Substanz riecht oder nicht. Multiple-Choice-Identifikations-Tests erlauben die Erhebung der geruchlichen Hedonik einer vorgegebenen Probe durch die Auswahl von Deskriptoren, welche den Stimulus am besten beschreiben. Dravnieks, Masurat und Lamm (1984) stellten eine Liste von geruchlichen Deskriptoren zusammen und erhoben die hedonischen Konnotation jedes einzelnen Deskriptors. Die hedonische Tönung wurde auf einer neunstufigen Skala (-4 = unangenehm, 0 = neutral, +4 = angenehm) angegeben. Die Autoren konnten Übereinstimmungen zwischen der direkten Einschät-

zung von Düften und der über das Deskriptoren-Profil generierten hedonischen Bewertung nachweisen.

In der Emotionsforschung ist das Self-Assessment-Manikin (SAM; Bradley & Lang, 1994) ein gut etabliertes sprachfreies bildhaftes Verfahren zur direkten Messung der emotionalen Reaktion einer Person auf Stimuli unterschiedlicher Art. Die affektive Reaktion wird auf den drei Dimensionen Valenz, Arousal (Erregungsniveau) und Dominanz gemessen, die jeweils auf einer neunstufigen Skala einzuschätzen sind. Im Vergleich zu anderen Messmethoden der emotionalen Einschätzung ist der SAM einfach zu handhaben und ermöglicht eine schnelle Bewertung des affektiven Status (Bradley & Lang, 1994).

2.3.3 Psychophysiologische Untersuchungsmethoden

2.3.3.1 Elektroenzephalogramm (EEG) und Ereignis korrelierte Potentiale (EKP)

Die Messung der elektrischen Gehirnaktivität mit dem Elektroenzephalogramm (EEG) stellt eine noninvasive und kostengünstige Methode zur direkten Beurteilung der Gehirntätigkeit dar (Davidson, Jackson & Larson, 2000). Es herrscht Einigkeit darüber, dass die mit dem EEG gemessenen Spannungsschwankungen auf summierte, exzitatorische und inhibitorische postsynaptische Potentiale zurückzuführen sind, die mit einer gewissen Synchronität innerhalb größerer Zellgruppen auftreten. Dabei handelt es sich hauptsächlich um die postsynaptischen Potentiale der Pyramidenzellen, welche parallel zueinander und senkrecht zur Schädeldecke angeordnet sind. Als Spontanaktivität werden die ununterbrochen an der Schädeldecke registrierbaren, elektrischen Spannungsschwankungen bezeichnet. Wichtige Parameter zur Beschreibung der Spontanaktivität sind Amplitude und Frequenz, über die sich verschiedene behaviorale Zustände beschreiben lassen (vgl. Davidson et al., 2000). Dagegen abzugrenzen sind die Ereignis korrelierten Potentiale (EKP) als eigenständige ereignisbezogene hirnelektrische Erscheinung, die sich in Abhängigkeit von internen oder externen Ereignissen darstellen lassen (Fabiani, Gratton & Coles, 2000). Man unterscheidet sensorisch evozierte Potentiale, welche zeitlich unmittelbar auf einen Sinnesreiz folgen, von motorisch evozierten Potentialen, welche der motorischen Aktivität vorausgehen. Die Amplituden der ereignisbezogenen elektrischen Hirnaktivität sind meist deutlich geringer als die der in diesem Zusammenhang als Rauschen zu bezeichnende Spontanaktivität. Um EKP zu untersuchen ist es daher notwendig, die Ereignis korrelierten Spannungsschwankungen vom Rauschen zu trennen. Hierfür bedient man sich des Mittelungsverfahrens. Da das Rauschen in keiner festen Zeitbeziehung zum Reiz steht und in positiver und negativer Richtung regellos schwankt, heben sich diese Fluktuationen bei der Mittelung über mehrere Reizdarbietungen gegenseitig auf, wäh-

rend die in relativ stabiler Abfolge zum Reiz auftretenden EKP erhalten bleiben. Diese Potentialschwankungen lassen sich in Spannungs-Zeit-Diagrammen darstellen, in denen eine Abfolge von distinkten Minima und Maxima sowie Kurvenwendepunkten die zentralnervöse Reizverarbeitung repräsentiert. Die einzelnen Abschnitte werden in Abhängigkeit von ihrer Polarität, Latenz und Amplitude unterschieden und als Komponenten bezeichnet. Der Begriff Komponente wird in dieser Arbeit rein beschreibend für die positiven und negativen Extrema der EKP-Wellenform verwendet und nicht im Sinne einer funktionalen Bedeutung oder im Bezug auf generierende neuronale Strukturen (Fabiani et al., 2000). Polarität ist die Aussage darüber, ob es sich bei der jeweiligen Komponente um ein Minimum (N) oder Maximum (P) des jeweiligen Zeitbereichs handelt. Unter der Latenz einer Komponente versteht man die Zeit zwischen Stimuluspräsentation bis zum maximalen bzw. minimalen Extremwert. Die Amplitude einer Komponente ist der Abstand des jeweiligen Extrems von der Baseline (Peak-to-Baseline-Amplitude). Zur Bezeichnung der Komponenten werden die Maxima, Minima und Kurvenwendepunkte vom Reiz-onset beginnend getrennt voneinander durchnummeriert. Der jeweiligen Zahl wird zusätzlich ein „N“ für eine negative Polarität und ein „P“ für eine positive Polarität vorangestellt. Eine Ausnahme dieser Bezeichnungsregel stellt die sog. „positive slow Wave“ (pSW) dar. Mit diesem Ausdruck benennt man den positiv gepolten Komplex der sich an die P3-Komponente anschließt.

Die Beurteilung Ereignis korrelierter Potentiale kann durch Artefakte behindert werden. Zu nennen sind hier zum einen elektrische Störsignale, welche bei dieser empfindlichen Messmethode schon beispielsweise durch eine sich in der Nähe befindende, eingeschaltete Neonleuchte ausgelöst werden können. Zum anderen ist bei der Aufzeichnung die Störung durch Muskelartefakte zu berücksichtigen, welche beispielsweise durch angespannte Nackenmuskulatur oder ein reizbezogenes Augenzwinkern entstehen können. Auch sind Bewegungen des Augapfels zu berücksichtigen: Der Augapfel ist ein Dipol, und seine Bewegung führt zu Artefakten, die sich von anterior nach posterior abnehmend im EEG wieder finden. Um diese Artefakte in der späteren Auswertung berücksichtigen zu können, empfiehlt es sich, die Augenaktivität bei der psychophysiologischen Datenerhebung mit aufzuzeichnen (Fabiani et al., 2000).

2.3.3.2 Das chemosensorische Ereignis korrelierte Potential (CSEKP)

Spannungsschwankungen, welche in Reaktion auf Geruchspräsentationen von der intakten Kopfhaut aufgezeichnet werden können, werden als chemosensorisch Ereignis korreliertes Potential (CSEKP) bezeichnet (Evans, Kobal, Lorig & Prah, 1993). Die Analyse des CSEKP

lässt Rückschlüsse auf die Geschwindigkeit, Stärke und örtliche Verteilung neuronaler, geruchsassoziierter Gehirnaktivität zu. Durch die hohe zeitliche Auflösung können schon innerhalb der ersten Sekunde nach Duftpräsentation verschiedene Verarbeitungsstufen untersucht werden. Pause (2002) unterteilt die Verarbeitung grob in eine erste Phase der Stimulus Enkodierung und eine spätere Phase der Stimulus Dekodierung. Abbildung 2.3 stellt ein fiktives Spannung-Zeit-Diagramm zur Veranschaulichung der CSEKP-Komponenten dar.

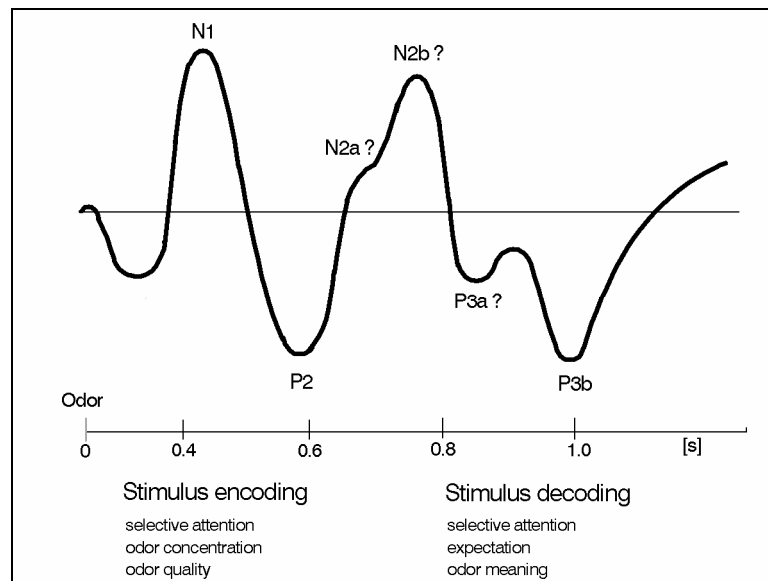


Abbildung 2.3: Die Komponenten des CSEKP und ihre Beziehung zur Stimulus Enkodierung und Dekodierung. (aus Pause, 2002).

2.3.3.2.1 N1 Komponente

Bei der Untersuchung der N1 Komponente auf akustische Reize wurde die Abhängigkeit von Veränderungen des physikalischen Reizniveaus dargestellt. Dabei ist die Steilheit des Übergangs zwischen den aufeinander folgenden Niveaus von Bedeutung: Je steiler die Anstiegsflanke, desto größer ist die Amplitude der N1 (Näätänen & Picton, 1987). Die N1 wird zwar auch ausgelöst, wenn die Reize nicht beachtet werden, was für einen vorbewussten Registrierungsprozess spricht, ist aber bei Aufmerksamkeitszuwendung vergrößert, was auch die Repräsentation kontrollierter diskriminativer Prozesse bedeutet (Vogel & Luck, 2000).

Bei der Präsentation olfaktorischer Stimuli kann nach 300 bis 500 Millisekunden diese erste, negativ geladene Komponente dargestellt werden (Pause, 2002). Als ein zentrales Merkmal der olfaktorischen Umwelt wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Stimuluskonzentrationen auf diese frühe Komponente untersucht. Für rein olfaktorische Stimuli konnte konsistent eine Reduzierung der N1 Latenz bei steigender Stimulusintensität nachgewiesen werden (Pause & Krauel, 2000; Tateyama, Hummer, Roscher, Post & Kobal, 1998). Weniger

eindeutig ist die Befundlage zur Intensitäts-Abhängigkeit der Amplitude bei olfaktorischen Stimuli: Während Pause et al. (1997) keine Vergrößerung der Amplitude bei steigender Intensität fanden und daraus schließen, dass Intensitätsunterschiede bei rein olfaktorischen Stimuli zu qualitativ unterschiedlicher und nicht neuronal stärkerer Verarbeitung führt, wiesen Tateyama et al. (1998) auch eine Vergrößerung der N1/P2 Differenzamplitude bei olfaktorischen Stimuli nach. Hat der chemosensorische Reiz jedoch auch trigeminal verarbeitete Anteile, lässt sich konsistent sowohl eine Reduktion der Latenz als auch eine Zunahme der Amplitude bei steigender Konzentration nachweisen (Kobal & Hummel, 1991; Pause, Sojka, Krauel & Ferstl, 1996b).

Es konnte weiter gezeigt werden, dass die N1 Amplitude beeinflusst wird von der Stimulusqualität des geruchlichen Reizmaterials. Zum Beispiel berichtet Pause (2002) über Latenzunterschiede für zwei unterschiedliche Gerüche gleicher wahrgenommener Intensität, was bedeutet, dass die Effekte nicht auf Intensitätsunterschiede zurückführbar sind, sondern durch die unterschiedliche Qualität der Düfte bedingt wird. Außerdem konnten Hummel und Kobal (1992) zeigen, dass die Verarbeitung von olfaktorischen und trigeminalen Reizen eine unterschiedliche Topographie aufweist: Während die Autoren für olfaktorische Reize ein parietozentrale Maximum der N1 fanden, ist die Reaktion auf trigeminale Reize in diesem Zeitbereich zentral dominant.

Zur Modulation der N1 durch psychologische Prozesse konnte gezeigt werden, dass die Latenz bei Beachtung der geruchlichen Stimuli (Aufmerksamkeit) abnimmt (Krauel et al., 1998; Pause et al. 1997). Tendenzielle Effekte konnten auch für die Amplitude der N1 dargestellt werden: In der Untersuchung von Pause et al. (1997) war in Reaktion auf Linalool die Amplitude unter der Aufmerksamkeitsbedingung größer als bei passiver Duftstimulation. Neben der Aufmerksamkeit als einen die N1 modulierenden psychologischen Prozess wurden auch die Auswirkungen des affektiven Befindens auf die N1 Komponente untersucht. In diesem Zusammenhang konnte in einer eigenen Studie (Laudien et al., 2004) gezeigt werden, dass in einer negativen Stimmung (Hilflosigkeit) die N1 Latenz vergrößert ist.

2.3.3.2.2 P2 Komponente

Die olfaktorische P2 erreicht ihr Maximum ca. 600 Millisekunden nach Geruchspräsentation. Pause (2002) nimmt an, dass diese Komponente Verarbeitungsstufen ähnlich denen der N1 repräsentiert. Es konnte nachgewiesen werden, dass die P2 Komponente in Reaktion auf olfaktorische Reize durch die Stimmung beeinflusst ist. Pause et al. (2003) fanden reduzierte P2 Amplituden in Reaktion auf Gerüche bei depressiven Patienten und Laudien et al. (2004) wie-

sen in ähnlicher Weise reduzierte Amplituden und vergrößerte Latenzen bei hilflosen Probanden nach.

2.3.3.2.3 N2 Komponente: Mismatch Negativity und N2b

Die N2 kann unterteilt werden in zwei Subkomponenten, die N2a oder Mismatch Negativity (MMD) und die N2b. Als MMD wird eine negativ gepolte Auslenkung im EKP direkt im Anschluss an die P2 bezeichnet, die ein automatisches Erkennen der physikalischen Reizunterschiede repräsentiert. Wird beispielsweise in einer Reihe von Tönen einer Frequenz (standard) ein Ton einer anderen Frequenz (deviant) eingestreut, so führt dieser zur Ausbildung einer MMD, auch bei Nicht-Beachtung des Stimulusmaterials, wobei die Amplitude abhängig ist vom absoluten Unterschied zwischen standard und deviant und nicht von der Stärke des deviants selbst (vgl. Schröger, 1998). Von der N2a wird angenommen, dass sie Prozesse des Kurzzeitgedächtnisses repräsentiert. Für CSEKPs konnte die N2a auch noch bei Inter-Stimulus-Intervall (ISI) -Längen von 15 Sekunden nachgewiesen werden (Pause & Krauel, 1998), was für eine ungewöhnlich lange Repräsentation olfaktorischer Informationen in Kurzzeitspeichern spricht. Wird jedoch zusätzlich die Aufmerksamkeit auf das Reizmaterial gelenkt, kommt es zur Ausbildung einer weiteren, größeren, negativen Komponente, der N2b, die jedoch bisher nicht mit olfaktorischen Stimuli untersucht wurde. Da die N2b begleitend mit der P3a auftritt wird angenommen, dass diese Komponenten die Zuwendung von Aufmerksamkeit (attention switch) auf den Reiz indizieren (Näätänen, 1992).

Die Existenz präattentiver Geruchsprozessierung und -diskriminierung und die funktionale Bedeutung der MMN wurden von Krauel, Schott, Sojka, Pause und Ferstl (1999) untersucht. Die Autoren konnten zeigen, dass die Präsentation eines seltenen olfaktorischen Reizes in einer Reihe von standards bei Nicht-Beachtung der Gerüche zu der Ausbildung einer negativen Auslenkung im CSEKP im Zeitbereich zwischen 500 und 600 ms führt.

2.3.3.2.4 Späte Positivierungen: P3 und pSW

Jeder Stimulus, der Aufmerksamkeitszuwendung und kognitive Evaluation hervorruft, löst eine oder multiple P3 Komponenten im EKP aus (vgl. Donchin & Coles, 1988; Näätänen, 1992; Ritter & Ruchkin, 1992). Pause und Krauel (2000) differenzieren zwei distinkte späte positive Maxima in Reaktion auf Geruchspräsentationen: die P3-1 mit einer fronto-zentralen Dominanz und die P3-2, die am deutlichsten über parieto-zentralen Positionen auftritt. Während letztere die Eigenschaften der klassischen P3 oder P3b zugeschrieben werden (siehe unten), wurde erstere als Novelty-P3 (Spencer, Dien & Donchin, 1999) interpretiert. Im An-

schluss an die P3 kann im CSEKP eine parietal dominante späte Positivierung, die sog. „positiv slow wave“ (pSW, Pause, 1994) auftreten. Sie stellt wahrscheinlich eine abschließende Verarbeitung des Stimulus dar. Dies wird aus dem Befund geschlossen, dass mit zunehmender Unsicherheit in der Identifikation von Reizmaterial die pSW größer wird. Die Amplitude der P3 nimmt proportional zum Ansteigen der pSW Amplitude ab, so dass man annimmt, dass die durch diese beiden Komponenten (P3, pSW) abgebildeten Prozesse sich gegenseitig bedingen (Ruchkin, Sutton, Kietzman & Silver, 1980).

Die P3 hat unabhängig von der stimulierten Modalität ein parietales Maximum. Aus diesem Grund werden modalitätsunspezifische Generatoren dieser Komponente angenommen, die Halgren et al. (1980) mit Hilfe intrakranialer Ableitungen bei Epilepsiepatienten in Reaktionen auf visuelle und auditive Reize im Bereich der Amygdala und des Hippokampus identifizierten. Zur Erklärung der P3 Komponente wurde das triarchische Modell von Johnson (1993) eingeführt. Hierin werden 3 Hauptfaktoren beschrieben, welche die Amplitude der P3 bestimmen: die subjektive Stimuluswahrscheinlichkeit (probability, P), die Stimulusbedeutsamkeit (meaning, M) und die Gesamtinformation, welche übertragen wurde (transmitted information, T). Johnson (1993) postuliert, dass diese Faktoren die Amplitude der P3 entsprechend der Gleichung: $P3 \text{ Amplitude} = f[T \times (1/P+M)]$ bestimmen. An der Formel lässt sich ablesen, dass die subjektive Wahrscheinlichkeit und Bedeutsamkeit unabhängig voneinander zur Amplitude beitragen, beide jedoch nur unter Berücksichtigung der Informationsübertragung wirksam werden.

In einer Vielzahl von Studien wurde konsistent eine Vergrößerung der Amplituden der späten Positivitäten bei der Verarbeitung von Stimuli mit positiver oder negativer emotionaler Bedeutsamkeit im Vergleich zu neutralen Stimuli nachgewiesen (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer & Lang, 2000; Johnston, Miller & Bursleson, 1986; Kayser et al., 1997; Keil et al., 2001; Keil et al., 2002; Laurian, Bader, Lanares & Oros, 1991; Mini, Palomba, Angrilli, & Bravi, 1996; Naumann, Bartussek, Diedrich & Laufer, 1992; Nauman, Maier, Diedrich, Becker & Bartussek, 1997; Palomba, Angrilli & Mini, 1997; Schupp et al., 2000; Schupp, Junghöfer, Weike & Hamm, 2003). Untersuchungen von Angstpatienten zeigen außerdem eine vergrößerte Amplitude von späten positiven Komponenten in Reaktion auf angstbezogene Reize. So konnten Pauli et al. (1997) darstellen, dass Panikpatienten mit einer erhöhten späten Positivierung auf panikrelevante Wörter reagieren. Miltner, Krieschel und Gutberlet (2000) fanden für Spinnenphobiker ähnliche Auffälligkeiten. Die Autoren wiesen nach, dass nur die Spinnenphobiker auf angstrelevante Spinnenbilder mit einer größeren P3 und pSW reagieren.

Bei der Untersuchung olfaktorischer P3 Komponenten konnte gezeigt werden, dass die späte Positivität abhängig ist von der Geruchskonzentration (Lorig, Sapp, Campbell und Cain, 1993; Prah & Bernignus, 1992), was im Sinne der fundamentalen Bedeutung der Informationsübertragung (T; Johnson, 1993) interpretierbar ist. Zur Untersuchung des Einflusses von Stimulusbedeutsamkeit bei olfaktorischen P3 Komponenten konnten deutliche Effekte der Aufmerksamkeit nachgewiesen werden. So zeigten Pause et al. (1996b), dass die späten positiven Komponenten in Abhängigkeit von der subjektiven Stimulusbedeutsamkeit variieren. Wenn die Probanden in einem aktiven oddball-Paradigma glauben, den seltenen Target-Reiz wahrgenommen zu haben, sind die P3 Komponenten größer. Krauel et al. (1998) präsentierten zwei Düfte im aktiven und passiven oddball-Paradigma und fanden unabhängig von der Geruchsqualität größere Amplituden für die seltener präsentierten Reize, ein Befund der auch unter Verwendung von Körpergerüchen repliziert werden konnte (Pause, Krauel, Sojka & Ferstl, 1999a). Diese Ergebnisse lassen sich auch über das context-updating Modell (Donchin & Coles, 1988) erklären, bei dem die Autoren annehmen, dass die internale Repräsentation einer externen Umgebung bei Veränderungen der Umgebungsbedingungen aktualisiert werden muss und dass dieser Prozess durch die P3 Komponente repräsentiert wird. Beim Vergleich der EKP verschiedener Modalitäten fällt eine besondere Eigenschaft der olfaktorischen zentralnervösen Reizverarbeitung auf: Auch die wiederholte Präsentation beispielsweise als standard im oddball-Paradigma führt zu deutlichen P3 Komponenten, was auf die inhärente emotionale Bedeutsamkeit olfaktorischer Reize zurückgeführt wird (Cupchik, Phillips & Truong, 2005; Pause, 2002).

Auf die Bedeutung der Valenz des geruchlichen Reizmaterials für die Ausprägung der späten Komponenten wiesen Pause und Krauel (2000) hin. Die Autoren zeigten, dass die Amplitude der P3 Komponente in Reaktion auf positiv valente Stimuli größer ist als auf negative Reize, ein Befund der so auch in der visuellen Modalität dargestellt wurde (Pause & Kraul, 2000; Dietrich, Naumann, Maier, Becker & Bartussek, 1997)

Wie bereits oben aufgeführt beeinflusst die emotionale Stimmung die zentralnervöse Geruchsverarbeitung, und dies auch auf der Verarbeitungsebene der P3: Pause et al. (2003) wiesen bei depressiven Patienten reduzierte Amplituden der frühen P3 Komponente (P3-1) nach und Laudien et al. (2004) konnten vergrößerte Latenzen und reduzierte Amplituden dieser Komponente bei Hilflosigkeit zeigen.

2.3.3.3 Stromdichteanalyse

Die simultane Aktivität benachbarter Nervenzellen führt zu einem aufsummierten Stromfluss im Extrazellulärraum, der auf makroskopischer Ebene über Stromquellen und Stromsenken beschrieben werden kann (Mitzdorf, 1991). Die so definierten elektrischen Felder gemeinsam aktivierter, kortikaler Neurone lassen sich mit Hilfe von auf der Kopfhaut angebrachten Elektroden messen. Die Stärke dieser elektrischen Felder ist unter anderem abhängig von der Anzahl, Synchronizität, elektrischen Asymmetrie und Orientierung aktivierter Neuronen. (Davidson et al., 2000; Fabiani et al., 2000). Bei der Verarbeitung von Gerüchen tragen verschiedene kortikale Generatoren zu den an der Kopfhaut registrierbaren elektrischen Feldern bei, wie bei der Darstellung der neuronalen Grundlagen der chemosensorischen Wahrnehmung deutlich wurde. Zur Möglichkeit der Aufklärung dieser Beiträge an den beobachteten reizassoziierten Spannungsschwankungen schreibt Hjorth (1975, S. 526): "Because of the massive amount of data involved, there is hardly any intellectual process capable of determining the particular combination of source locations and signals that produces the complete potential, as it is displayed by the different EEG derivations at each instant of time." Die topographische Lage der an der Reizverarbeitung beteiligten neokortikalen Generatoren lässt sich jedoch mit Hilfe der Stromdichteanalyse (Current source density, CSD) mit relativ hoher Genauigkeit ermitteln (Nunez et al., 1994) und in CSD Karten darstellen. Während bei der klassischen EEG-Messung die Spannungsdifferenzen zwischen den Elektrodenpositionen auf der Kopfhaut und einer Referenzelektrode gemessen werden, werden im Unterschied dazu bei der CSD die Spannungsdifferenzen zu sämtlichen benachbarten Elektroden berücksichtigt um so die Stromquellendichte an jeder Elektrode zu ermitteln und über Interpolationen ein Modell für die gesamte Oberfläche zu erhalten. In dem von Perrin et al. (1989) entwickelten Spherical spline Ansatz wird bei den Interpolationen außerdem die Oberfläche, auf der die Stromdichteverteilung berechnet werden soll, berücksichtigt und ein Kugelkopffmodell zugrunde gelegt. Bei der CSD-Berechnung werden globale Spannungsschwankungen unterdrückt und räumlich hochfrequente Unterschiede d.h. vor allem neokortikale Generatoren abgebildet (Nunez et al., 1994). Eine genauere mathematische Darstellung dieses Verfahrens findet sich in Perrin, Pernier, Bertrand und Echallier (1989).

In den Ausführungen zur chemosensorischen Forschungsmethodik wurde neben der Beschreibung von Methoden zur Erfassung der subjektiven Reaktionen auf Gerüche ein Verfahren zur Erfassung der Wahrnehmungsschärfe vorgestellt. Außerdem wurde gezeigt, dass die Untersuchung chemosensorischer Ereignis korrelierter Potentiale eine zeitlich hoch auflö-

sende Analyse der zentralnervösen Geruchsverarbeitung ermöglicht. Dabei wurde deutlich, dass sowohl die frühe Phase der Reizenkodierung wie auch die spätere Phase der Reizdekodierung nicht nur durch die Merkmale des Reizes bestimmt werden. Faktoren im wahrnehmenden Individuum wie Aufmerksamkeit oder Stimmung modulieren schon die frühesten zentralnervösen Verarbeitungsprozesse. Für die späteren evaluativen Prozesse wurde außerdem ein Einfluss der Bedeutung des Reizes dargestellt: Emotional bedeutsame Reize werden intensiver verarbeitet. Durch die Analyse der Stromdichteverteilung mit Hilfe von CSD Karten lässt sich die topographische Lage der an der Geruchsverarbeitung beteiligten neokortikalen Generatoren beschreiben.

3 FRAGESTELLUNG

3.1 Ableitung der Fragestellung

Das Aktivierungsmuster peripherer, olfaktorischer Neurone wird durch die an den Rezeptoren vorliegenden molekularen Konzentrationsverhältnisse geruchlicher Substanzen bestimmt und ist abhängig von der Passung zwischen dem Aufbau der vorliegenden Geruchsmoleküle und dem jeweils exprimierten Rezeptorgen. Die geruchliche Interpretation einer aktuellen Molekül-Rezeptor-Situation wird jedoch keineswegs determinatorisch durch das jeweilige Aktivierungsmuster bestimmt, sondern ist abhängig von den momentanen Zuständen im wahrnehmenden Individuum.

Bei der Untersuchung der neuronalen Grundlagen olfaktorischer Reizverarbeitung wurden differenzielle Lernprozesse bereits auf den frühesten Verarbeitungsebenen nachgewiesen. Schon auf Rezeptorebene unterstützen Adaptationsprozesse die Wahrnehmung des zeitlichen Verlaufs und der Intensität chemosensorischer Informationen. Weiter zentral konnten duftspezifische Sensitivierungs- und Habituationseffekte sowie synaptische Plastizität im Rahmen von Lernprozessen im PFK und in der Amygdala nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurde bei der Beschreibung neokortikaler olfaktorischer Informationsverarbeitung auf die Bedeutung des OfK für die Verknüpfung zwischen olfaktorischen Reizen und dem aktuellen Wert assoziierter Verstärker in Abhängigkeit vom gegenwärtigen internen Status hingewiesen. Bei diesen informationsverarbeitenden Strukturen verweisen wechselseitige Projektionen auf einen im hohen Maße interaktiven Integrationsprozess olfaktorischer Information. Neben einem zentralwärts von niederen zu höheren neuronalen Strukturen aufsteigenden Informationsfluss konnten multiple Rückprojektionen aufgezeigt werden. Der OfK moduliert die Aktivität der Amygdala und des PFK, während der Hypothalamus, der anteriorer olfaktorischer Nukleus und der PFK die Verarbeitung im BO beeinflussen, um so spezifische Habituation aber auch Steigerung der Sensitivität zu unterstützen.

Die Beschreibung der Geruchswahrnehmung als ein Prozess der passiven, internen Abbildung des externen Milieus flüchtiger Substanzen muss damit als eine unzulässige Simplifizierung verworfen werden. Vielmehr ist der bewusst wahrgenommene, geruchliche Sinnesindruck als das Ergebnis eines Konstruktionsprozesses des Individuums zu verstehen, bei dem in parallel verlaufenden Prozessbahnen einerseits die im Stimulusmaterial enthaltenen Informationen (bottom-up) sowie andererseits nicht chemosensorisch begründete, top-down wirksamen Faktoren zu einem perzeptuellen, behavioralen, kognitiven und emotionalen Verarbeitungsergebnis integriert werden. Dabei können die verschiedenen top-down wirksamen Faktoren das geruchliche Wahrnehmungsergebnis so massiv beeinflussen, dass objektiv iden-

tische Gerüche völlig unterschiedlich interpretiert werden. Mit den modulierenden Faktoren lässt sich ein kWk beschreiben, in dem die Interpretation geruchlicher Information stattfindet. Dies ist insbesondere für die olfaktorische Modalität von zentraler Bedeutung, da geruchliche Reize ohne Berücksichtigung weiterer Informationen häufig recht uneindeutig sind.

Top-down wirksame, modulierende Einflüsse konnten für verschiedene allgemeinpsychologische Faktoren nachgewiesen werden. Beispielsweise verändern Informationen aus anderen Modalitäten die geruchliche Wahrnehmung und die olfaktorische Verarbeitung wird durch einen semantisch kongruenten Kontext faziilitiert. Die Stimmung beeinflusst ebenfalls die Geruchswahrnehmung, was etwa an einer abgeschwächten zentralnervösen Geruchsverarbeitung depressiver aber auch vorübergehend hilfloser Personen nachgewiesen werden konnte. Weitere top-down wirksame Faktoren sind die Aufmerksamkeit, welche zu einer beschleunigten Verarbeitung führt und die Expositionsgeschichte, durch die die Wahrnehmung von Gerüchen verstärkt aber auch reduzieren werden kann.

Von besonderer Bedeutung für die Interpretation eines geruchlichen Reizes scheint auch die kontextuelle Wahrnehmung von Gefahr oder Bedrohung zu sein. Sowohl Feldstudien als auch experimentelle Arbeiten konnten unter aversiven Kontextbedingungen geruchliche Sensitivierungsprozesse nachweisen, die sich auch auf negative körperliche und psychische Symptome ausweiteten. Insbesondere wurde gezeigt, dass es bei längerfristiger Präsentation von vermeintlich gefährlichen Düften zu einer geruchlichen Sensitivierung kommt, welche durch einen Anstieg der Intensitätseinschätzungen angezeigt wird. Im Unterschied dazu kommt es bei erwarteter heilsamer Wirkung des gleichen Duftes zu Habituationsprozessen mit sinkenden Intensitätseinschätzungen. Bisherige Studien zeigten jedoch keine derartige Beeinflussung der Wahrnehmungsschärfe als ein objektives, psychophysikalisches Maß der Geruchsverarbeitung. Bei den beschriebenen Prozessen könnten möglicherweise Persönlichkeitsmerkmale (Neurotizismus, Trait-Ängstlichkeit) und chemosensorische Überempfindlichkeit eine medierende Rolle spielen.

Die vorliegende Untersuchung sollte klären, ob die beschriebene Beeinflussung des subjektiven Sinneseindrucks durch den kWk sich auch mit objektiven, psychophysiologischen Maßen nachweisen lässt. Als Methode zur Erfassung der zentralnervösen Geruchsverarbeitung wurde hier die Analyse chemosensorischer, Ereignis korrelierter Potentiale gewählt, um so zeitlich hoch auflösend die vermutete Modulation der verschiedenen Anteile des Verarbeitungsprozesses zu untersuchen. Es wurde davon ausgegangen, dass sich die unter aversiven Kontextbedingungen beschriebenen Sensitivierungsprozesse bereits auf die frühesten Verarbei-

tungsschritte im Sinne einer Intensivierung auswirken. Außerdem wurde angenommen, dass die durch den Kontext vermittelte emotionale Bedeutsamkeit des Reizmaterials die späteren, evaluativen Prozesse verstärkt. Auch sollten die beschriebenen Auswirkungen des Wahrnehmungskontextes auf die subjektive Geruchsempfindung repliziert und näher spezifiziert werden. Entsprechend dem empirischen Hintergrund wurde davon ausgegangen, dass sich Informationen über die Herkunft und Wirkung eines Duftes auf die Einschätzung der Geruchsqualität und Intensität wie auch auf die erlebte emotionale Reaktion auf geruchliche Reize auswirkt. Weiterhin sollte untersucht werden, inwiefern in verschiedenen Wahrnehmungskontexten präsentierte Düfte die körperliche und psychische Befindlichkeit beeinflussen. Es wurde vermutet, dass Persönlichkeitsmerkmale das Ausmaß von Veränderungen der Befindlichkeit sowie der zentralnervösen Geruchswahrnehmung modulieren. Zu diesem Zweck sollten durch Informationen über die Herkunft und Wirkung eines immer gleichen Duftes drei unterschiedliche Kontextbedingungen hergestellt werden. Im positiven kWk sollte eine positive Wirkung und natürliche Herkunft des verwendeten olfaktorischen Reizmaterials suggeriert werden. Im negativen kWk sollten Informationen über negative Wirkungen und eine industrielle Herkunft des Duftes einen Kontext von potentieller Gefahr und Bedrohung erzeugen. Eine dritte Wahrnehmungsbedingung mit neutraler Instruktion diene als experimentelle Kontrollgruppe.

3.2 Präzisierung der Fragestellung

Die Fragestellung wird im Folgenden durch konkrete Annahmen präzisiert. Diese werden später entsprechend der Operationalisierung in inhaltliche und statistische Hypothesen umgesetzt.

- I. Der kWk beeinflusst die Einschätzungen der **Geruchsqualität**: In einem positiven kWk werden Düfte als angenehmer und weniger unangenehm empfunden als in einem negativen.
- II. Der kWk hat einen Einfluss auf die **wahrgenommene Intensität** von Duftreizen: Bei wiederholter Präsentation in einem negativen kWk werden Düfte als intensiver wahrgenommen als in einem neutralen (Sensitivierung). In einem positiven kWk ist die wahrgenommene Duft-Intensität am schwächsten (Habituation).
- III. Der kWk hat keinen Einfluss auf die **Wahrnehmungsschärfe** von Duftreizen.
- IV. Der kWk beeinflusst die **emotionale Reaktion auf einen Duftreiz**: In einem positiven kWk fühlen Menschen sich in Reaktion auf einen einzeln präsentierten Duftreiz wohl und dominant, in einem negativen unwohl und unterlegen. Das Erregungsniveau in

Reaktion auf einen Duftreiz wird in Richtung der vermuteten Wirkung des Stimulus beeinflusst: Bei der Annahme einer anregenden Wirkung ist das Erregungsniveaus höher, wenn jedoch eine beruhigende oder betäubende Wirkung erwartet wird, ist es niedriger.

- V. Düfte haben einen Einfluss auf die **körperliche und psychische Befindlichkeit** in Abhängigkeit vom kWk: Ein Duft in einem negativen kWk verschlechtert die körperliche und psychische Befindlichkeit. Ein Duft in einem positiven kWk verbessert die körperliche und psychische Befindlichkeit.
- VI. Der kWk beeinflusst die **zentralnervöse Geruchsverarbeitung**:
- a. In einem negativen kWk sind die frühen Verarbeitungsprozesse, welche die physikalischen Reizeigenschaften repräsentieren, intensiviert. In einem positiven kWk sind diese vermindert.
 - b. Duftreize, welche für den Empfänger durch den kWk (positiv oder negativ) von Bedeutung sind, werden in der späten Verarbeitung intensiver evaluiert.
- VII. Die Beeinflussung der zentralnervösen Geruchsverarbeitung durch den kWk wird zusätzlich durch differentielle **Lernprozesse** moduliert. In einem positiven kWk kommt es zu Habituation an den Reiz. In einem negativen kWk kommt es zu einer Sensitivierung.
- VIII. **Persönlichkeitsmerkmale** (Neurotizismus, Extraversion, Selbstaufmerksamkeit, Depressivität und Sensibilität für Umweltreize) modulieren den kWk vermittelten Einfluss von Düften auf die **körperliche und psychische Befindlichkeit**.
- IX. Die kWk abhängige **zentralnervöse Geruchsverarbeitung** und **Wahrnehmungsschärfe** wird durch **Persönlichkeitsmerkmalen** (siehe VIII.) beeinflusst.

4 METHODE

4.1 Stichprobe

Der Versuch wurde mit insgesamt 49 weiblichen Teilnehmern durchgeführt. Alle waren Rechtshänder. Die Datensätze von 4 Probandinnen wurden nachträglich von der Auswertung ausgeschlossen: Eine Teilnehmerin hatte eine diagnostizierte psychische Störung (Panikstörung). Dies stellte sich erst nach der Datenerhebung zufällig heraus und wurde von der Teilnehmerin im Rahmen der Einverständniserklärung nicht angegeben. Bei den anderen drei Vpn traten technische Probleme bei der Versuchsdurchführung auf: einmal war das weiße Rauschen zur akustischen Maskierung des Schaltimpulses nicht angeschaltet und zweimal war im Olfaktometer das Ventil des linken Systems zur Reizung des rechten Nasenloches defekt (zur Erklärung der technischen Begriffe siehe 4.2 Apparate und Materialien). Die weitere Stichprobenbeschreibung bezieht sich ausschließlich auf die verbleibenden 45 Teilnehmerinnen, deren Daten in die Endauswertung einbezogen wurden. Von diesen waren 42 Studentinnen der Psychologie und 3 Studentinnen anderer Fachbereiche.

Durch die Instruktion (siehe 4.2.7 Herstellung des Wahrnehmungskontext), welche für alle Vpn glaubwürdig war, wurden drei experimentelle Gruppen [positiver Bias (pb), neutraler Bias (k), negativer Bias (nb)] hergestellt. Tabelle 4.1 gibt einen Überblick zur Stichprobenbeschreibung. Die Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich des Alters [$F(2, 44) = 1,28, p > 0,2$], der Schlafdauer in der dem Versuch vorhergehenden Nacht [$F(2, 44) = 2,13; p = 0,13, nb-pb, nb-k \& pb-k: p > 0,2$] oder der Zeit, welche seit der letzten Mahlzeit vergangen war [$F(2, 40) = 0,51, p > 0,2$] oder dem Rauchverhalten [$\chi^2(2) = 1,76; p = 0,550$ [Freeman-Halton-Test, (Erweiterung des exakten Test von Fisher nach Bortz, Lienert & Boehnke, 1990), SPSS].

Tabelle 4.1: Stichprobenbeschreibung der Versuchsteilnehmerinnen

		<i>Positiver Bias</i> n ₁ = 15	<i>Neutraler Bias</i> n ₂ = 15	<i>Negativer Bias</i> n ₃ = 15
Alter	<i>M</i> (<i>SD</i>)	21,2 (2,04)	24,8 (7,81)	23,4 (7,11)
Schlafdauer letzte Nacht	<i>M</i> (<i>SD</i>)	7,62 (0,66)	7,07 (0,93)	7,59 (0,84)
Zeit seit letzter Mahlzeit	<i>M</i> (<i>SD</i>)	2,11 (0,29)	2,1 (0,91)	2,34 (0,79)
		(1 Vpn ohne Frühstück)	(1 Vpn ohne Frühstück)	(1 Vpn ohne Frühstück)
<i>Rauchgewohnheiten</i>				
<i>Raucher:</i>		2	3	5
<i>Nichtraucher:</i>		13	12	10

Tabelle 4.2 zeigt die deskriptiven Daten zur Verteilung von Persönlichkeitseigenschaften in den experimentellen Gruppen. Mit dem Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I; Egger & Ratschinski, 1982) wurde Neurotizismus und Extraversion, mit der Depressivitätsskala (D-S; Zerssen & Koeller, 1976) die depressive Symptomatik und mit dem Selbstaufmerksamkeits-Fragebogen (SAM-F; Filipp & Freudenberg, 1989) die private und öffentliche Selbstaufmerksamkeit erfasst. Der Fragebogen zur chemischen und allgemeinen Umweltsensitivität (CAUS; Kieswetter et al, 1999) diente der Erfassung von subjektiv erlebten Reaktionen auf Umweltreize (für die ausführliche Beschreibung der Verfahren siehe 4.2.3 Fragebögen). Die Persönlichkeitsmerkmale sind mit Ausnahme der allgemeinen Sensitivität (CAUS) in den drei Versuchsgruppen gleichverteilt [Neurotizismus: $F(2, 40) = 0,65$; $p = 0,528$; Extraversion: $F(2, 40) = 1,16$; $p = 0,323$; Depressivität: $F(2, 40) = 0,17$; $p = 0,842$; Selbstaufmerksamkeit privat: $F(2, 40) = 2,02$; $p = 0,147$; pb-k: $p = 0,220$, pb-nb: $p = 0,267$, k-nb: $p = 0,993$; Selbstaufmerksamkeit öffentlich: $F(2,40) = 0,34$; $p = 0,712$; Körpersensitivität: $F(2, 40) = 0,12$; $p = 0,890$; Atmung: $F(2,40) = 0,61$; $p = 0,548$; Haut/Allergie: $F(2, 40) = 0,51$; $p = 0,608$; sMCS: $F(2, 40) = 0,37$; $p = 0,692$]. Bei Untersuchung der allgemeinen Sensitivität zeigte sich ein tendenzieller Effekt [$F(2, 40) = 2,61$; $p = 0,087$]. Die angeschlossenen post-hoc Einzelvergleiche (Scheffé) zeigten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (nb-pb: $p = 0,117$, nb-k: $p = 0,924$, pb-k: $p = 0,241$). In zwei Experimentalgruppen (neutraler und negativer Bias) hatten jeweils zwei Teilnehmerinnen Lügenskalarwerte von mehr als 4 Punkten [siehe 4.2.3.1 Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I)]. Diese wurden bei den Berechnungen zur Modulation der kWk vermittelten Beeinflussung der körperlichen und psychischen Befindlichkeit (VIII.) bzw. der Geruchsverarbeitung und Wahrnehmungsschärfe (IX.) ausgeschlossen und werden daher auch bei der Beschreibung der Persönlichkeitsvariablen in Tabelle 4.2 nicht mit aufgeführt.

Tabelle 4.2: Mittelwerte und Standardabweichungen der Persönlichkeitsvariablen der E-P-I- (Stanine), D-S- (Stanine), des SAM-F- (Stanine) und der CAUS-Skalen in den Experimentalgruppen

			<i>Positiver Bias</i> n ₁ = 15	<i>Neutraler Bias</i> n ₂ = 13	<i>Negativer Bias</i> n ₃ = 13
E-P-I	<i>Neurotizismus</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	4,13 (1,92)	5,0 (1,68)	4,54 (2,37)
	<i>Extraversion</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	5,07 (1,98)	4,69 (2,53)	6,0 (2,27)
D-S		<i>M</i> (<i>SD</i>)	4,87 (1,64)	4,62 (1,45)	4,54 (1,56)
SAM-F	<i>privat</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	4,27 (1,83)	5,38 (1,39)	5,31 (1,7)
	<i>öffentlich</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	5,67 (1,4)	5,85 (1,52)	6,15 (1,77)
CAUS	<i>Allgemeine Sensitivitäts-Skala</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	39,4 (9,61)	46,46 (11,68)	48,15 (11,39)
	<i>Körpersensitivität</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	6,47 (3,54)	6,62 (2,9)	7,08 (3,8)
	<i>Atmung</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	18,8 (8,62)	22,77 (14,38)	23,77 (14,68)
	<i>Haut/Allergie</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	20,67 (12,4)	23,54 (16,31)	26,46 (17,0)
	<i>sMCS</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	6,33 (4,03)	8,54 (7,51)	7,92 (9,0)

Die Teilnehmerinnen wurden durch Plakate, welche im Institut für Psychologie der Universität Kiel aufgehängt wurden, auf den Versuch aufmerksam gemacht. Als Anreiz für die Teilnahme wurde die Entlohnung mit Versuchspersonen-Stunden zugesichert. Durch das Notieren von Namen und Telefonnummer bewarben sich die Teilnehmerinnen und wurden dann zwecks Abklärung der Eingangsvoraussetzungen und zur Terminabsprache telefonisch kontaktiert. Die drei Teilnehmerinnen, welche aus anderen Fachbereichen stammten, meldeten sich selbstständig telefonisch auf Grund eines Aushangs für eine weitere Studie, welche zeitgleich durchgeführt wurde, und wurden in diesem Zusammenhang requiriert. Dieses Vorgehen war notwendig, da sich nicht ausreichend viele Psychologiestudentinnen meldeten, welche die Ausschlusskriterien (s.u.) erfüllten. Diese drei externen Versuchspersonen (Vpn) wie auch eine Psychologiestudentin, die keine Versuchspersonen-Stunden mehr benötigte, wurden mit einer Aufwandsentschädigung von 20 € entlohnt.

Die Ausschlusskriterien für diese Untersuchung waren Operationen oder Verletzungen an Kopf oder Schädel in der Vergangenheit, Operationen oder Verletzungen im Nasen-

Rachenraum in der Vergangenheit, chronische oder akute körperliche oder psychische Erkrankung, Einschränkungen der Riechfähigkeit oder Geruchswahrnehmung sowie Links- oder Beidhändigkeit.

4.2 Apparate und Materialien

4.2.1 Stimulusmaterial

Als Stimulusmaterial wurde der Duft Isobornylazetat (IBA, $C_{12}H_{20}O_2$, IUPAC-Name: Bicyclo [2.2.1] heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-acetate, Reinheit > 93%, Firma Symrise, Material Nr.: 130453) eingesetzt. Der Hersteller gibt als Deskriptoren für die Geruchsqualität von IBA „Kiefernadeln“ und „Holz“ an. Der Duft wurde für die Präsentation mit dem Olfaktometer (siehe 4.2.2.1 Duft-Präsentation mit dem Olfaktometer) in einem Verhältnis von 1:10 mit Diethylphthalat ($C_{12}H_{14}O_4$, Phthalsäure-diethylester, Gehalt: ~ 98%, Firma: Fluka, Artikelnummer: 80080) verdünnt. Die Duftflüssigkeit im Olfaktometer wurde ca. alle vier Wochen ausgetauscht.

Bei den Untersuchungen zur Geruchssensitivität der Teilnehmerinnen wurde ein Wahrnehmungsschwellen-Test (Ws-Test) verwendet (siehe 4.2.2.2 Duft-Präsentation im Rahmen des Wahrnehmungsschwellen-Tests). Hierfür wurde nach Doty und Laing (2003) eine 16-stufige, halbdezimal-logarithmische Verdünnungsreihe der oben genannten Flüssigkeiten in braunen Glasflaschen (Laborflaschen, braunes Glas, ISO 4796, 100 ml, Schraubverschluss-Kappen aus Polybutylenterephthalat (PBT), Polytetrafluorethylen (PTFE) beschichtete Dichtungen, Firma Schott Duran, Deutschland) angesetzt. Tabelle 4.3 gibt einen Überblick über die Volumenverhältnisse zwischen IBA und Diethylphthalat in den Konzentrationsstufen.

Tabelle 4.3: Konzentrationsstufen und entsprechende Volumenverhältnisse des Wahrnehmungsschwellen-Tests

<i>Konzentrationsstufe</i>	<i>Volumenverhältnisse IBA: Diethylphthalat (v:v)</i>
1	1: 2,0
2	1: 6,3
3	1: 20,0
4	1: 63,2
5	1: 199,9
6	1: 632,2
7	1: 1992,9
8	1: 6320,7
9	1: 19986,0
10	1: 63195,0
11	1: 199824,0
12	1: 631845,0
13	1: 1997893,0
14	1: 6317340,0
15	1: 19975429,0
16	1: 63162307,0

Jede Glasflasche enthielt 6,5 ml der entsprechenden Konzentration. Die optisch identischen Kontrollflaschen enthielten die gleiche Menge reinen Diethylphthalats. Die Flaschen wurden zur Identifizierung durch den Versuchsleiter mit einem Code auf Deckel und Boden beschriftet. Der Ws-Test wurde Ende Januar 2005, wenige Tage vor dem ersten Versuch, angesetzt und kam am 20. Mai 2005 das letzte Mal zum Einsatz. Die Verdünnungsreihe und Kontrollflaschen wurden während dieser Zeit lichtgeschützt bei Zimmertemperatur gelagert.

4.2.2 Präsentationsmethodik der Geruchsstimuli

4.2.2.1 Duft-Präsentation mit dem Olfaktometer

Für das Duftrating und in der Phase der psychophysiologischen Datenerhebung wurde der Duft mittels eines von der Firma Burghard (Wedel, Deutschland) entwickelten Olfaktometers (Abbildung 4.1) präsentiert. Während der psychophysiologischen Datenerhebung wurden insgesamt 60 Duftreize dargeboten.



Abbildung 4.1: Olfaktometer der Firma Burghart, links: Gerät mit Duftkammern, rechts: Kopfstück mit Teflonstutzen und Entspannungstuhl

Dieses Gerät ermöglichte die Darbietung chemosensorischer Stimuli zur Aufzeichnung Ereignis korrelierter Potentiale wie es bei Kobal (2003) spezifiziert wird. Der Duft wurde für jeweils 300 ms an beiden Nasenlöcher simultan dargeboten. Für jedes Nasenloch realisierte dabei ein separates System von Schaltmodulen und Massenflussreglern die präzise Darbietung der chemosensorischen Reize im konstanten Luftstrom. Tabelle 4.4 zeigt die einzelnen Komponenten und deren Kombinationen zur Herstellung der Luftströme analog für beide Systeme.

Tabelle 4.4 Flussstromstärken der Komponenten zur Duftpräsentation mit dem Olfaktometer

Komponenten	Flussstromstärken ml/s
Reinluft	132
Duftluft	31
Mischluft	69
Duftluft & Mischluft	100
Absaugung	131
Gesamtstrom	101

Im Versuch flossen beständig in parallelen Schläuchen Reinluft (RI), Duftluft (DI) und Mischluft (MI) vom Gerät in Richtung der Nase der Versuchsperson ($RI + DI + MI \approx 232$ ml/s). Durch ein Schaltventil wurde geregelt ob entweder - während des Interstimulusintervalls (ISI) - Duftluft und Mischluft sowie ein Teil der Reinluft (31 ml/s DI + 69 ml/s MI + 31 ml/s RI ≈ 131 ml/s Absaugung) oder - bei Duftpräsentation - die Reinluft (131 ml/s) durch eine Vakuumpumpe wieder abgesaugt wird. Um sicher zu stellen, dass im ISI keine Duftmoleküle die Nase erreichen, wurde die Reinluft höher eingestellt als die Duftluft und Mischluft und der überschüssige Anteil im ISI mit abgesaugt. Mit diesem Mechanismus blieb der Luftstrom, welcher der Nase zugeführt wird, hinsichtlich der Stromstärke konstant bei rund 101 ml/s und änderte sich lediglich in seiner molekularen Zusammensetzung (Abbildung 4.2). Minimale Schwankungen der Ströme im Moment des Umschaltens der Absaugung konnten auch mit diesem Verfahren nicht vollständig vermieden werden. Diese waren jedoch immer kleiner als 5 ml/s. Eine solche Fluktuation ist jedoch nicht ausreichend, um eine somatosensorische Stimulation durch den Schaltprozess auszulösen (Pause et al., 2003). Nach Pause et al. (2003) beträgt bei diesem Verfahren die Latenz zwischen computerkontrollierter Aktivierung der Duftschtung und dem Eintreffen der Moleküle an der nasalen Mukosa 45 ms.

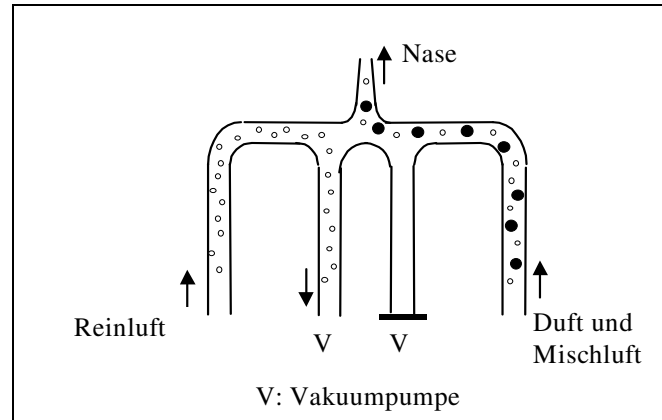


Abbildung 4.2: Schaltprinzip des Olfaktometers für die Absaugung der Luftströme (Kobal, 2003), dargestellt ist hier die Schaltung während der Präsentation eines Duftimpulses.

Die Glasröhren, welche für jedes System jeweils 20 ml IBA und Diethylphthalat im Mischverhältnis $1:10$ (v:v) enthielten, befanden sich in einem Wasserbad mit einer konstanten Temperatur von 40°C . Der Duftluft-Strom durchsprudelte diese Lösung, nahm dabei Duftmoleküle auf um dann in Teflonschläuchen, welche ebenfalls vom Wasserbad umspült waren, in Richtung der Nase geleitet zu werden. Die Reinluft und Mischluft sprudelte zur Anfeuchtung durch destilliertes Wasser. Die Luft, welche die Nasenschleimhaut der Versuchsperson erreichte, war nach dieser Prozedur auf ca. 37°C erwärmt und hatte eine relative Luftfeuchtig-

keit von ca. 80%. Dadurch wurde die Erwärmungs- und Befeuchtungs-Funktion der Nasenschleimhaut ersetzt um so die Auslösung einer somatosensorische Stimulation durch den Luftstrom zu vermeiden (Lötsch, Ahne, Kunder, Kobal & Hummel, 1998).

4.2.2.2 Duft-Präsentation im Rahmen des Wahrnehmungsschwellen-Tests

Mit dem hier verwendeten Ws-Test wurde die Wahrnehmungsschärfe der Teilnehmerinnen für IBA zweimal im Versuchsverlauf erfasst. Das erste Mal wurde der Ws-Test nach Einführung der jeweiligen Bias-Bedingung, das zweite Mal im Anschluss an die zwanzigminütige Aufzeichnung der psychophysiologischen Daten durchgeführt. Zum Einsatz kam dabei das von Doty und Laing (2003) beschriebene „two alternative, forced choice format“. Ein Trial bestand aus der schnell aufeinander folgenden Präsentation von zwei Glasflaschen. Die eine der Flaschen enthielt dabei 6,5 ml einer Konzentrationsstufe von IBA und die andere die gleiche Menge reinen Diethylphthalats. Die Aufgabe der Teilnehmerinnen bestand darin anzugeben, welche der beiden Flaschen am stärksten riecht. Die Vpn wurden instruiert an den Flaschen jeweils einmal zu riechen und dabei darauf Acht zu geben, nicht die Öffnung der Flasche mit der Nase zu berühren. Begonnen wurde immer mit dem Vergleich einer Kontrollflasche zur Duftflasche der 12. Konzentrationsstufe. Bei einer falschen Antwort wurde die jeweils übernächste, niedrigere Verdünnungsstufe gewählt und zwar solange bis die Vpn fünfmal hintereinander die Duftflasche einer Konzentrationsstufe richtig identifizieren konnte. Dies markierte den ersten Wendepunkt. Für den weiteren Test genügten zwei richtige Antworten pro Verdünnungsstufe für den Wechsel in die nächst höhere Stufe. Die Richtung wurde gewechselt und die Konzentration für die Vergleiche um immer eine Stufe verringert und zwar solange wie jeweils zwei richtige Antworten in einer Konzentrationsstufe erfolgten. Bei einem Fehler kam es zum nächsten Richtungswechsel (2. Wendepunkt) um nun wieder, um jeweils eine Stufe aufsteigend, Vergleiche durchzuführen. Nach dem siebten Wendepunkt wurde der Test beendet. Der Mittelwert der letzten vier Wendepunkte wurde als Maß für die aktuelle Wahrnehmungsschärfe für IBA verwendet.

Die Abfolge der Vorgabe von Kontroll- und Duftflaschen wurde in der Planungsphase der Studie per Zufallsentscheid festgelegt und war für alle durchgeführten Ws-Tests gleich. Das Protokoll, in dem die Entscheidungen der Teilnehmerinnen notiert wurden, befindet sich im Anhang. Hier ist auch die Festlegung der Reihenfolge ersichtlich.

Bei dem Test wurde ein Sichtschutz verwendet, der verhinderte, dass die Teilnehmerinnen die Flaschen vor der Präsentation sehen konnten und so Hypothesen über Zusammen-

hänge zwischen der räumlichen Anordnung und der Konzentration der Düfte hätten bilden können.

4.2.3 Fragebögen

Zunächst sollen die verwendeten „paper-pencil“ Verfahren zur Erfassung von Persönlichkeitseigenschaften und aktuellen Befindlichkeiten sowie die Deskriptorenliste zur deskriptiven Beschreibung des Duftes aufgeführt und erklärt werden (siehe Anhang). Anschließend werden die computergestützten Methoden zur Erfassung der Ratings direkt vor und während der Phase der psychophysiologischen Datenerhebung beschrieben.

Die Persönlichkeitsdimensionen Extraversion und Neurotizismus sowie die Tendenz der Darstellung im Sinne der sozialen Erwünschtheit (Lügenskala) wurden mit Hilfe des Eysenck-Persönlichkeits-Inventars (E-P-I, Eggert & Ratschinski, 1982) erfasst. Die Depressivitäts-Skala (D-S, Zerssen & Koeller, 1976) wurde zur Ermittlung depressiver Symptomatik eingesetzt. Die Tendenz zu selbstreflexiven kognitiven Aktivitäten wurde durch den Einsatz des Fragebogens zur Erfassung dispositionaler Selbstaufmerksamkeit (SAM-F, Filipp & Freudenberg, 1989) erhoben. Der Fragebogen zur chemischen und allgemeinen Umweltsensitivität (CAUS, Kiesswetter et al., 1999) diente neben der Erfassung von allgemeiner Sensitivität für Umweltreize auch als Hinweis auf die Ausprägung multipler chemischer Sensitivität (MCS). Für die Geruchswahrnehmung bedeutende Faktoren wurden mittels eines vom Autor zusammengestellten Geruchsfrageboges (GF, Anhang) erhoben. Zur Ermittlung der Handpräferenzen wurde ein Händigkeitfragebogen (HF, nach Annett, 1970, Anhang) verwendet.

Zur Erhebung der körperlichen und psychischen Befindlichkeit der Versuchspersonen (Vpn) im Versuchsverlauf wurden das „Self-Assessment-Manikin“ (SAM, Bradley & Lang, 1994, Anhang), die Beschwerden-Liste (B-L, Zerssen & Koeller, 1976, Anhang) sowie eine vom Autor zusammengestellte körperliche Symptomliste (k-SL, Anhang) eingesetzt. Die Items der k-SL wurden für die Auswertung zu den Untergruppen chemosensorische Irritationen (csI) und Wohlbefinden (Wb) zusammengefasst.

Um den Duft zu beschreiben wurden computergestützte Skalen zur Erfassung der wahrgenommenen Intensität, Angenehmheit, Unangenehmheit und Bekanntheit sowie die Deskriptorenliste (nach Dravnieks, Masurat & Lamm, 1984) verwendet.

4.2.3.1 Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I)

Das E-P-I (Eggert & Ratschinski, 1982) ist ein auf dem allgemeinen Hintergrund der Persönlichkeitstheorie Eysencks (Eysenck & Eysenck, 1985) stehender Fragebogen zur Erfassung

der Persönlichkeitsdimensionen Extraversion und Neurotizismus. Das Verfahren beinhaltet außerdem eine Lügenskala zur Erfassung der Tendenz zur Darstellung im Sinne der sozialen Erwünschtheit. Lügenwerte ab fünf Punkte werden nach Handanweisung als Kriterium für die Uninterpretierbarkeit der Fragebogendaten angesehen. In dieser Untersuchung wurde die Form A eingesetzt, welche jeweils 24 Items für die Erfassung von Extraversion und Neurotizismus sowie 9 Items der Lügenskala beinhaltet. Die Items bestehen aus Aussagen, die bejaht oder verneint werden können um so die übliche Art des Fühlens oder Handelns zu beschreiben [Beispielitems: „Haben Sie oft Lust, etwas Aufregendes zu tun?“ (Extraversion); „Würden Sie sich als innerlich gespannt und empfindlich bezeichnen?“ (Neurotizismus); „Ist ihr Benehmen immer gut und einwandfrei?“ (Lügenskala)].

4.2.3.2 Depressivitäts-Skala (D-S)

Die D-S (Zerssen & Koeller, 1976) ist eine Selbstbeurteilungsskala zur Erfassung depressiver Symptomatik als depressive, ängstliche oder auch reizbare (dysphorische) Verstimmung. Sie liegt in den Parallelformen D-S und D-S' vor, wobei in dieser Studie ausschließlich die D-S Form eingesetzt wurde. Die D-S ist, da keine weiteren für die Klassifikation einer Depression notwendigen Symptombereiche behandelt werden, nicht spezifisch für diese nosologische Klasse. Im Vergleich zu Fragebögen zur spezifischen Depressionsdiagnostik differenziert die D-S gut im unteren Ausprägungsbereich und wurde aus diesem Grund bei der hier untersuchten psychisch gesunden Stichprobe eingesetzt. Die D-S besteht aus 16 Aussagen die hinsichtlich des Zutreffens auf den Probanden mit einem vierstufigen Antwortformat (von 0 = „trifft gar nicht zu“ bis 3 = „trifft ausgesprochen zu“) zu beurteilen sind (Beispielitem: „Ich fühle mich niedergeschlagen und schwermütig.“). Hohe Werte repräsentieren ein hohes Ausmaß aktueller dysphorischer Symptomatik.

4.2.3.3 Fragebogen zur Erfassung dispositionaler Selbstaufmerksamkeit (SAM-F)

Der SAM-F (Filipp & Freudenberg, 1989) ist ein Selbstbeurteilungsverfahren zur Erfassung der „... Tendenz von Individuen, das Selbst in den Aufmerksamkeitsblickpunkt zu rücken und die eigene Person zum Gegenstand (selbstreflexiver) kognitiver Aktivitäten zu machen.“ (Filipp & Freudenberg, 1989, Seite 6). Der Fragebogen besteht aus 27 Items, von denen 13 Items Aspekte der privaten und 14 Items die der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit betreffen [Beispielitems: „Ich beobachte sorgfältig meine innersten Gefühle.“ (private Selbstaufmerksamkeit) „Es ist mir wichtig, wie andere über mich denken.“ (öffentliche Selbstaufmerksamkeit)]. Mit Hilfe einer fünfstufigen Skala (von 1 = „sehr selten“ bis 5 = „sehr oft“) hat die Vpn

anzugeben, wie häufig die mit dem Item beschriebene Aktivität bei ihr nach eigenem Ermessen auftritt. Hohe Werte des Summenscores weisen auf ein hohes Maß an privater bzw. öffentlicher Selbstaufmerksamkeit hin.

4.2.3.4 Fragebogen zur chemischen und allgemeinen Umweltsensitivität (CAUS)

Die Items des CAUS (Kiesswetter et al., 1999) beschreiben Reaktionen auf Umweltreize, die auf sechs Stufen (von 0 = „nicht zutreffend“ bis 5 = „sehr zutreffend“) bezüglich des eigenen Verhaltens beurteilt werden müssen. Aus den insgesamt 67 Items werden vier so genannte „Themen-Skalen“ gebildet [allgemeine Sensitivität (20 Items), Körpersensitivität (5 Items), Atmung (19 Items), Haut / Allergie (21 Items)]. Außerdem kann mit ausgewählten Items der Themen-Skala Atmung die Sensitivitäts-Subskala „selbstberichtete multiple chemische Sensitivität“ (sMCS, Items 33, 36, 38, 40 und 42) gebildet werden.

Mit der Skala allgemeine Sensitivität werden Lästigkeitsreaktionen auf physikalische Stressoren (Beispielitem: „Helles Licht vertrage ich nicht.“) erfasst. Zusätzlich umschreiben einige Items der Skala auch Reaktionen auf psychische Stressoren, Störungen des Appetits und Schlafs in Abhängigkeit von Umweltmodifikationen (Anspannungen) (Beispielitem: „Ich kann nach den geringsten Aufregungen abends nicht einschlafen.“). Die Skala Körpersensitivität umfasst allgemeine körperliche Erschöpfung und Schmerzempfindlichkeit (Beispielitem: „Ich bin körperlich empfindlich.“). Mit der Skala Atmung wird die allgemeine respiratorische Empfindlichkeit (Beispielitem: „Ich habe Atembeschwerden.“) und über die Skala Haut / Allergie die Allergien, Empfindlichkeiten und Intoleranzen gegenüber Allergenen und Nahrungsmitteln (Beispielitem: „Ich reagiere auf manche Speisen mit Hautausschlag.“) bestimmt. Über die Skala sMCS werden Reaktionen erfasst, die häufig von Personen mit MCS berichtet werden (Beispielitem: „Wenn ich Farbe in frisch gestrichenen Räumen rieche, bekomme ich leicht Atemnot.“). Hohe Werte auf den Skalen bedeuten demnach die Selbsteinschätzung starker Sensitivität bezüglich des jeweiligen Bereiches.

4.2.3.5 Geruchsfragebogen (GF)

Der GF erfasst allgemeine, die Geruchswahrnehmung beeinflussende Faktoren zur Person. Es werden das Alter, die Rauchgewohnheiten, Selbsteinschätzungen zur Riechfähigkeit und Angaben zum weiblichen Zyklus erhoben. Außerdem wird die Schlafdauer in der letzten Nacht und die seit der letzten (Zwischen-) Mahlzeit vergangene Zeit abgefragt.

4.2.3.6 Händigkeitfragebogen (HF)

Der HF wurde eingesetzt um die Rechtshändigkeit der Teilnehmerinnen sicherzustellen. Dieser Fragebogen beinhaltet unter anderem die grundlegenden Bereiche zur Kategorisierung von Händigkeit [(1) Schreiben, (2) Werfen, (3) einen Schläger benutzen, (4) mit einem Hammer schlagen, (5) ein Streichholz anzünden (6) die Zähne bürsten] nach Annett (1970). Die Teilnehmerinnen wurden als Rechtshänder kategorisiert, wenn alle diese Aktivitäten nach eigenen Angaben mit rechts durchgeführt wurden. Außerdem wurde mit dem Fragebogen geklärt, ob die Person von „links“ auf „rechts“ umtrainiert worden ist, was bei Zustimmung zum Ausschluss geführt hätte. Zusätzlich wurde nach Schädel-Hirn-Traumata gefragt, was ebenfalls bei Bejahung zum Abbruch des Versuchs geführt hätte.

4.2.3.7 Self-Assessment-Manikin (SAM)

Der SAM ist ein Selbsteinschätzungsverfahren zur Beurteilung der eigenen Befindlichkeit (Bradley & Lang, 1994). In dieser Studie wurde es in zwei verschiedenen Funktionen eingesetzt: Zum einen wurde mit einer Papierversion des SAM die aktuelle, allgemeine, psychische Befindlichkeit der Teilnehmerinnen vor Einführung der Bias-Bedingung und direkt im Anschluss an die zwanzigminütige Expositionsphase erhoben. Zum anderen wurde es in der computergestützten Form zur Einschätzung der emotionalen Reaktion auf den jeweiligen Duftreiz verwendet.

Der SAM ist ein grundsätzlich sprachfreies Verfahren. Erfasst wird die Befindlichkeit auf den Dimensionen Valenz, Arousal und Dominanz. Jede Dimension ist durch fünf Strichmännchen bestimmt, die durch ihr Aussehen (Mimik, Größe, etc.) die jeweilige Ausprägung definieren. Durch leere Kästchen zwischen den Strichmännchen entsteht eine neunstufige Skala für jede Dimension. Zur Erklärung und auch in der paper-pencil Form wurden die Dimensionen zusätzlich durch Deskriptoren umschrieben, welche aus den englischen Instruktionen zum SAM in das Deutsche übersetzt wurden (Valenz: 9 = völlig glücklich, erfreut, zufrieden, optimistisch; 1 = völlig unglücklich, genervt, unzufrieden, traurig, verzweifelt. Arousal: 9 = völlig angeregt, rasend, nervös, hellwach, erregt; 1 = völlig entspannt, ruhig, schwerfällig, träge, schläfrig, unerregt. Dominanz: 1 = völlig fremdbestimmt, beeinflusst, umsorgt, eingeschüchtert, geführt, unterlegen; 9 = völlig einflussreich, alles unter Kontrolle, selbstbestimmt, bedeutsam, dominant, autonom. 5 = neutral). Bei der Instruktion wurde explizit darauf hingewiesen, dass mit der Dimension Arousal ausschließlich das empfundene physiologische und psychologische Erregungsniveau gemeint sei und nicht die Tatsache, ob dies als angenehm oder unangenehm empfunden wurde. Dieser Aspekt sei mit der Skala Valenz ein-

zuschätzen. Daher hätten die Deskriptoren dieser Skala auch positive und negative Konnotationen. Ähnlich verhalte es sich mit der mit der Skala Dominanz. Auch hier sei möglichst ausschließlich das Ausmaß an erlebter Dominanz zu kodieren.

4.2.3.8 Beschwerden-Liste (BL)

Die B-L (Zerssen & Koeller, 1976) erfasst das Ausmaß subjektiver Beeinträchtigung durch (überwiegend) körperliche und Allgemeinbeschwerden. Es liegen zwei Parallelformen vor, welche dieses Beeinträchtigungserleben über verschiedene Items erfassen. Zum Einsatz kamen beide Parallelformen (BL & BL') mit insgesamt 48 Items, die in einem Fragebogen zusammengefasst vorgegeben wurden (siehe Anhang). Auf diese Weise wurden alle in den Parallelformen enthalten Beschwerden erfasst. In der B-L soll der Ausprägungsgrad der genannten Beschwerden auf einer vierstufigen Skala (0 = „gar nicht“ bis 3 = „stark“) beurteilt werden. Aus der Kombination von Anzahl und Ausprägungsgrad der einzelnen Items wurde ein Gesamtscore aus beiden Testformen als Gradmesser der Gesamtbeeinträchtigung verwendet, wobei hohe Werte eine starke subjektiv erlebte Beeinträchtigung durch Beschwerden bedeuten.

4.2.3.9 Körperliche Symptomliste (k-SL)

Die k-SL ist eine vom Autor zusammengestellte Itemliste mit (hauptsächlich) körperlichen Symptomen. Ziel bei der Konstruktion dieses Fragebogens war die kontrollierte und statistisch auswertbare Erfassung chemosensorischer Irritationen einerseits und Verbesserungen des körperlichen Wohlbefindens im Versuchsverlauf andererseits. Der aktuelle Ausprägungsgrad der einzelnen Symptome wird mit Hilfe eines siebenstufigen Antwortformats (0 = „gar nicht“ bis 6 = „sehr stark“) angegeben. Der an der Anzahl der Items relativierte Summenscore der beiden Untergruppen (s.u.) dienen als Grundlage für die statistische Auswertung.

4.2.3.9.1 K-SL Untergruppe chemosensorische Irritationen (csI)

Bei der Itemselektion für die chemosensorischen Irritationen diente zum einen der Fragebogen zu Beschwerden am Arbeitsplatz (Thriel, Kiesswetter & Seeber, unveröffentlicht, modifiziert nach Gamberale, Iregren & Kjellber, 1989) als Orientierung. Folgende Bereiche chemosensorischer Irritationen wurden hier entnommen: Item 1: Reizung des Rachens, Item 3: Husten, Item 5: Unklarer Blick, Item 7: Ermüdung der Augen, Item 8: Druck auf der Brust, Item 12: Schwindel, Item 20: Schlechter Geschmack im Mund, Item 21: Reizung der Nase, Item 22: Reizung der Augen. Die anderen für die csI verwendeten Items wurden in Anlehnung an

die von Smeets und Dalton (2002) beschriebenen körperlichen Auswirkungen chemosensorischer Exposition gewählt (Item 9: Eigenartiges Gefühl im Magen, Item 10: Trägheit, Item 13: Schläfrigkeit, Item 17: Schwierigkeiten beim Atmen, Item 18: Übelkeit, Item 19: Benommenheit).

4.2.3.9.2 K-SL Untergruppe Wohlbefinden (Wb)

Mit den Items der Untergruppe Wb sollte ein Zustand körperlichen Wohlergehens erfasst werden. Die Items wurden sachlogisch in Anlehnung an die Eigenschaftswörterliste (Janke & Debus, 1978) abgeleitet [Items: Item 2: Gute Durchblutung, Item 4: Körperliches Wohlbefinden, Item 6: Ruhige, gleichmäßige Atmung, Item 11: Konzentrationsfähigkeit, Item 15: Entspannte, gelöste Muskulatur, Item 14: Schlechte Durchblutung Körperteile (Item invertiert), Item 16: ruhiger, gleichmäßiger Puls].

4.2.3.10 Computergestützte Rating-Verfahren

Die Duftstimuli wurden hinsichtlich der wahrgenommenen Intensität, Angenehmheit, Unangenehmheit und Bekanntheit eingeschätzt (4.2.3.10.1 Initiales Duftrating). Außerdem wurde während der zwanzigminütigen Aufzeichnung der psychophysiologischen Daten im Anschluss an jede Duftpräsentation die wahrgenommene Intensität des vorhergehenden Reizes sowie die emotionale Reaktion auf diesen erhoben (4.2.3.10.2 Duftrating während der psychophysiologischen Datenerhebung). Diese Einschätzungen wurden computergestützt durchgeführt (Presentation Software, Version 0.81, 4.28.04, Neurobehavioral Systems Inc., USA)

4.2.3.10.1 Initiales Duftrating

Für die Einschätzungen wurden vier visuell-analoge Skalen entworfen. Sie wurden nacheinander auf einem Computerbildschirm (17 Zoll, Entfernung 110 cm) präsentiert und hatten eine Länge von 23 cm. Durch das Bewegen einer Computer-Maus konnte der rote Zeiger auf der Skala verschoben werden. Durch Klicken mit der linken Maustaste wurde die gewählte Position fixiert und intern einem von 500 Datenpunkten der Skala zugeordnet. Darauf folgte die nächste Einschätzung. Die Endpunkte der Skalen waren verbal verankert. Beschriftete Hilfslinien wurden eingefügt um eine vergleichbare Verwendung der Skalen zwischen den Vpn zu fördern (Skala Duft-Intensität: 0 = „nicht wahrnehmbar“ bis 500 = „absolutes Maximum“; Skala Duft-Angenehmheit: 0 = „gar nicht angenehm“ bis 500 = „maximal angenehm“; Skala Duft-Unangenehmheit: 0 = „gar nicht unangenehm“ bis 500 = „maximal unangenehm“; Skala Duft-Bekanntheit: 0 = „gar nicht bekannt“ bis 500 = „absolut bekannt“). In der Instruk-

tion wurden die Teilnehmerinnen auf die Wichtigkeit einer genauen Einschätzung und auf die Feinheit der Skalen hingewiesen. Dabei wurde explizit darauf eingegangen, dass die Hilfslinien lediglich der Orientierung dienen, für die Einschätzung jedoch die gesamte Skala zu verwenden sei. Abbildung 4.3 zeigt beispielhaft die Skala zur Einschätzung der Intensität.

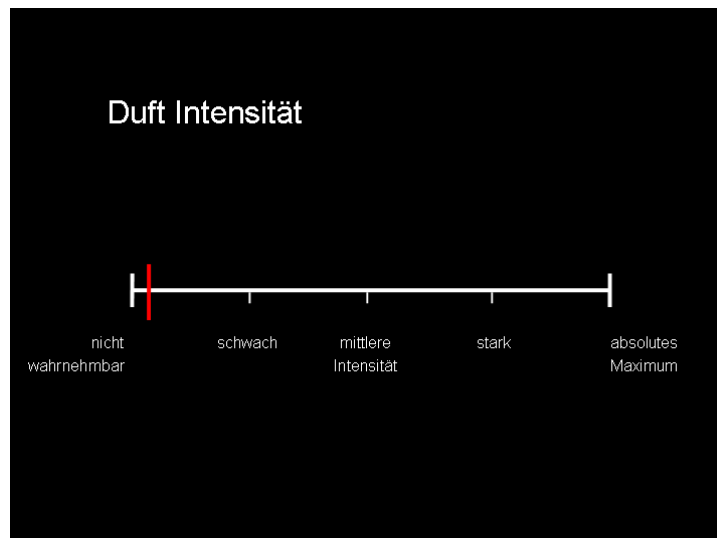


Abbildung 4.3: Computergestützte Skala zur Intensitätseinschätzung bei dem initialen Duftrating und während der psychophysiologischen Datenerhebung.

4.2.3.10.2 Duftrating während der psychophysiologischen Datenerhebung

Während der wiederholten Duftpräsentation im experimentellen Teil der Studie wurde jeder Duft-Stimulus hinsichtlich der wahrgenommenen Intensität mit der oben dargestellten Skala (Abbildung 4.3) eingeschätzt. Darüber hinaus war es die Aufgabe der Teilnehmerinnen ihre emotionale Reaktion auf den jeweiligen Duft-Stimulus mit Hilfe des SAM [(Bradley und Lang, 1994, siehe 4.2.3.7 Self-Assessment-Manikin (SAM))] einzuschätzen. Hierfür wurden die drei SAM-Skalen Valenz, Arousal und Dominanz nacheinander auf dem Computerbildschirm dargestellt und konnten wiederum per Computer-Maus bearbeitet werden. Intern wurde die gewählte Zeigerposition einer der neun Stufen der jeweiligen SAM-Skala zugeordnet.

4.2.3.11 Deskriptorenliste

Zur deskriptiven Beschreibung der Qualität des Duftes wurde eine Deskriptorenliste, bestehend aus 147 Items zusammengestellt. Hierfür wurden die von Dravnieks et al. (1984) vorgeschlagenen Deskriptoren ins Deutsche übersetzt und durch Begriffe, welche trigeminale, chemosensorische Wahrnehmungen beschreiben, ergänzt (stechend, beißend, ätzend, prickelnd, kühl, kühlend, brennend). Dravnieks et al. (1984) geben für jeden der Deskriptoren eine hedonische Tönung auf einer neunstufigen Skala an (-4 = unangenehm, 0 = neutral, +4 =

angenehm). Dadurch lassen sich die Deskriptoren in positiv und negativ konnotierte Beschreibungen einteilen. Aufgabe der Vpn war die Einschätzung des mit dem Olfaktometer präsentierten Duftstimulus unter Verwendung dieser Deskriptoren. Dabei sollten alle für die Duftbeschreibung als passend empfundenen Begriffe kodiert werden und in jedem Fall musste mindestens ein Begriff angekreuzt werden.

4.2.4 EEG-Aufzeichnung

Die zentralnervöse Reizverarbeitung wurde durch die Aufzeichnung der Gehirnaktivität in Reaktion auf einen Duftstimulus mittels Elektro-Enzephalographie (EEG) erfasst. Aus dem kontinuierlich aufgezeichneten EEG wurden im Anschluss an die Versuche die chemosensorisch Ereignis korrelierten Potentiale ermittelt.

EEG-Setup: Das EEG wurde mit der Scan 4.2 Acquisition Software (Firma Neurosoft, Inc., USA) an 60 Elektrodenpositionen aufgezeichnet. Die EEG-Elektroden wurden mittels einer Subtemporalhaube (Easy-Cap für Kopfumfang 58 cm, Montage Nr. 11, 10 % System, weitgehend äquidistant, Inter-Elektroden-Abstand 28-38 mm, Firma Falk Minow Services, Deutschland; siehe Abbildung 4.4) auf dem Kopf angebracht. Sie wurde mit einem Kinnriemen fixiert. In der gesamten Studie wurden ausschließlich Ag/AgCl gesinterte Ringelektroden (Durchmesser außen: 12 mm, innen: 6 mm, Firma Falk Minow Services, Deutschland, Artikelnummer B10-S-100) verwendet. Die Ground Elektrode wurde an der Position FCz befestigt. Als Referenzelektrode diente während der Aufzeichnung eine mit Adapter (Firma Falk Minow Services, Deutschland, Bestellnummer A06) und Kleberingen (20×8 mm medical adhesive double adhesive ring, Ref. AR00200800) am linken Ohrfläppchen befestigte Ringelektrode. Eine weitere (Ohr_2) wurde für die spätere Rereferenzierung der Daten am rechten Ohrfläppchen platziert. Sie wurde online als aktive EEG-Elektrode aufgezeichnet.

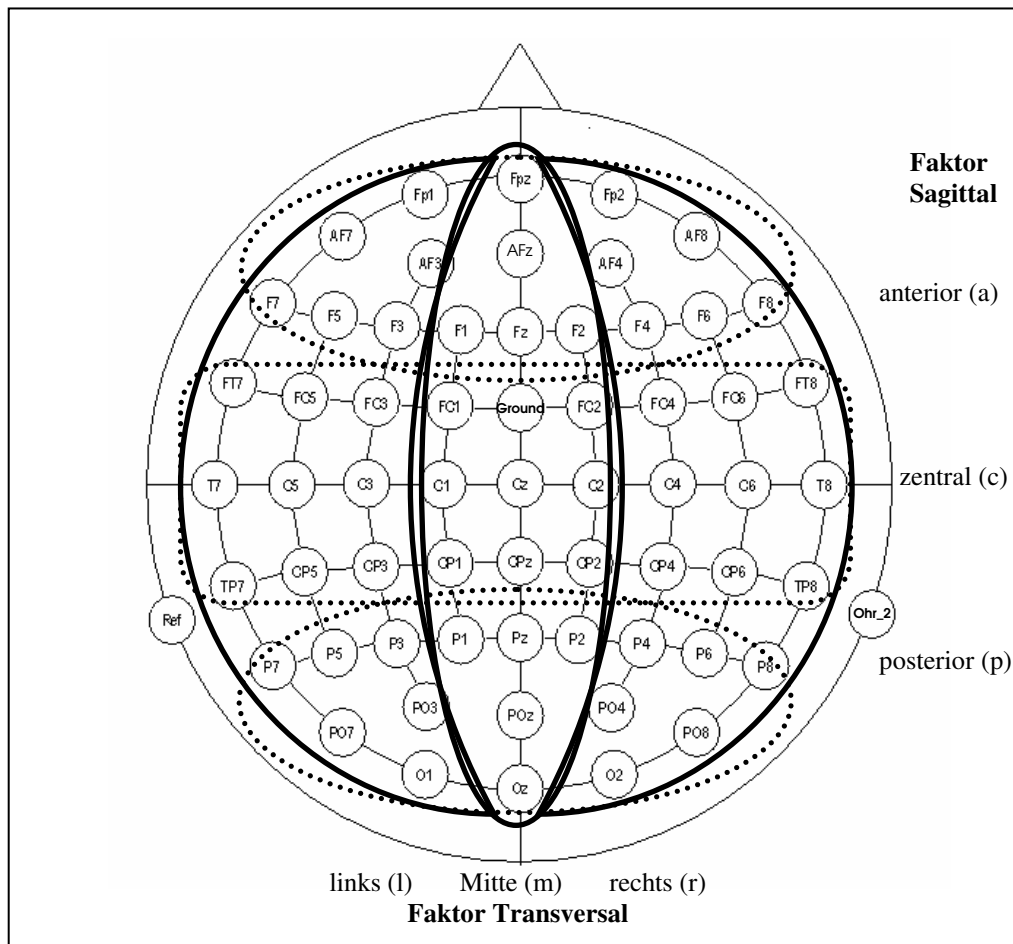


Abbildung 4.4: Aufsicht auf die 60 Elektrodenpositionen zusammengefasst zu 9 Elektrodenpools durch die dreistufigen Faktoren Transversal (links, Mitte, rechts) und Sagittal (anterior, zentral, posterior). Ground an der Position FCz, Referenz am linken Ohr, Ohr_2 am rechten Ohr.

Neben den EEG-Kanälen wurden zwei Elektroden zur Aufzeichnung des Elektrookulogramms (EOG) verwendet. Diese wurden ebenfalls mit Adapter und Kleberingen nahe dem rechten Auge (ca. 3 cm oberhalb des Auges, innerhalb der vertikalen Pupillenachse und 1,5 cm unterhalb des Auges, außerhalb der vertikalen Pupillenachse) angebracht, um so gleichzeitig horizontale und vertikale Bewegungen des Augapfels sowie den Lidschlag aufzuzeichnen. Die entsprechenden Hautstellen wurden vor dem Fixieren der Elektroden mit Alkohol (Ethanol absolut 99,9 %, vergällt mit 1 % Methylethylketon, Sorte 642, UN-Nr. 1170, Firma Walter CMP, Deutschland) und anschließend durch Reiben mit einer Elektrodenpaste (Abralyt HiCl, High-chloride-10%-abrasive Electrolyte-gel, Firma Falk Minow Services, Deutschland) gereinigt. Dieselbe Elektrodenpaste wurde im Anschluss zwecks Herstellung angemessener Übergangswiderstände zwischen Kopfhaut und Elektroden in die Ringelektroden eingebracht. Für die Datenaufzeichnung wurden Übergangswiderstände unter 11 k Ω angestrebt.

Die psychophysiologischen Daten wurden mit einer Abtastrate von 200 Hz bei 500-facher Verstärkung (Accuracy 0,168 $\mu\text{V}/\text{LSB}$, Range 22 mV) für die EEG-Kanäle und bei 250-facher Verstärkung (Accuracy 0,336 $\mu\text{V}/\text{LSB}$, Range 11 mV) für die EOG-Kanäle aufgezeichnet (Gleichspannungskopplung/Zeitkonstante = ∞ , selektiver 50 Hz Notch-Filter). Die obere Grenzfrequenz des Tiefpassfilters war 40 Hz. Das EEG wurde kontinuierlich registriert. Die bei Schaltung des Duftes durch die DIA/DAGO Software (Version 4.25, Gfs mbH Aachen, Deutschland) gesetzten Trigger-Signale ermöglichten eine spätere Analyse der CSEKPs.

4.2.5 Atemgürtel

Zur Kontrolle der Einatmung bei Duftpräsentation während der Aufzeichnung der psychophysiologischen Daten wurde ein Atemgürtel (Firma Zak, Deutschland, Nr. ATA-11025, Verstärker: Firma Zak, Nr. MBS-21001, Typ MBS-TV) auf Höhe des kaudalen Korpus sterni befestigt.

4.2.6 Auditive Maskierung

Zur Maskierung von den durch die Schaltung der Düfte entstehenden Geräuschen wurde für die Dauer der Datenerhebung ein weißes Rauschen (85 dB) über Kopfhörer (Earlink eartips, Firma E·A·R Auditory Systems, USA) präsentiert.

4.2.7 Herstellung des Wahrnehmungskontextes

Durch die Beschreibungen zu Herkunft und Wirkung des verwendeten Duftes wurde der kognitive Wahrnehmungskontext (kWk) für die drei Gruppen aufgebaut [1. positiver Bias = positiver kWk, 2. neutraler Bias = neutraler kWk (Kontrolle), 3. negativer Bias = negativer kWk]. Alle Gruppen wurden auf die Bedeutung der Ergebnisse und die Wichtigkeit von ehrlichen Angaben und guter Zusammenarbeit hingewiesen.

4.2.7.1 Positiver Bias

Der „positiver Bias“-Gruppe (pb-Gruppe) wurde erklärt, dass mit dieser Studie die Wahrnehmung und Wirkung eines natürlichen Extraktes des Balsam-Baumes (*Populus balsamifera*) untersucht würden. Es sei bereits gezeigt worden, dass der Duft des Öls dieser Heilpflanze positive Auswirkungen auf die körperliche und psychische Gesundheit habe. Auf diese Weise wurde ein positiver kognitiver Wahrnehmungskontext hergestellt. Zur Unterstützung der Glaubwürdigkeit dieser Aussage wurden Quellen angeführt, die diese heilsamen Auswirkun-

gen belegten. Nun solle es in dieser Untersuchung darum gehen, die vorliegenden Befunde durch kontrollierte und präzise Reizvorgabe zu verifizieren und im Hinblick auf Wahrnehmungsqualitäten zu ergänzen. Dabei solle die Analyse geruchsevozierter Potentiale Aussagen über die zentralnervöse Verarbeitung ermöglichen. Insofern könne die Studie dazu beitragen, den Einsatz des Duftes als therapeutisches Agens zu fördern.

4.2.7.2 Neutraler Bias

Die „neutraler Bias“-Gruppe (Kontrolle: k-Gruppe) wurde informiert, dass mit dieser Studie die Wahrnehmung und zentralnervöse Verarbeitung eines in der Geruchsforschung allgemein empfohlenen und standardmäßig verwendeten Duftes (*Isobornylazetat*) untersucht werden sollten. Die Ergebnisse der Untersuchung seien von Bedeutung, da die zentralnervöse Geruchsverarbeitung bei verschiedenen Erkrankungen verändert sei und die hier erhobenen Daten als Grundlage für den diagnostischen Einsatz chemosensorischer Ereignis korrelierter Potentiale dienen sollten. Auf diese Weise wurde ein neutraler kognitiver Wahrnehmungskontext hergestellt

4.2.7.3 Negativer Bias

Der „negativer Bias“-Gruppe (nb-Gruppe) wurde erklärt, dass in dieser Studie die Wahrnehmung und Wirkung eines in der Industrie eingesetzten Lösungsmittels ($C_{12}H_{20}O_2$) untersucht werden sollte. Es sei bekannt, dass die Dämpfe dieser chemischen Verbindung bei Dauerexposition negative Auswirkungen auf die körperliche und psychische Gesundheit und Befindlichkeit hätten. Auf diese Weise wurde ein negativer kognitiver Wahrnehmungskontext hergestellt. Auch hier wurde ausgeführt, dass die vorliegenden Befunde verifiziert und im Hinblick auf Wahrnehmungsqualitäten ergänzt werden sollten. Auch solle die Analyse geruchsevozierter Potentiale Aussagen über die zentralnervöse Verarbeitung ermöglichen. Insofern könnten die Ergebnisse dieser Studie dazu beitragen, Maßnahmen zum Verbraucherschutz einzufordern.

4.3 Durchführung der Untersuchung

Die Versuche wurden von Ende Januar bis Ende Mai 2005 am Institut für Psychologie der Universität Kiel durchgeführt. Die Termine begannen für die Teilnehmerinnen zwischen 8.00 und 9.00 Uhr morgens und dauerten jeweils 3 Stunden.

Telefonkontakt: Im telefonischen Vorgespräch wurde zunächst eine ungefähre Vorstellung vom Versuchsverlauf vermittelt. Bei weiterhin bestehendem Interesse an einer Teilnah-

me wurden die Ausschlusskriterien (siehe 4.1 Stichprobe) abgefragt. Erfüllte die Bewerberin diese Voraussetzungen zur Teilnahme, wurde ein Termin für die Untersuchung vereinbart und um die Einhaltung verschiedener Verhaltensregeln gebeten. Es wurde verdeutlicht, dass eine möglichst fehlerfreie Aufzeichnung psychophysiologischer Daten nur dann möglich sei, wenn die Teilnehmer an der Untersuchung gesund und ausgeruht seien. In diesem Sinne wurden sie darum gebeten, in der Nacht vor dem Versuch ausreichend zu schlafen und am Tag des Versuches wie auch am Tag davor keine Drogen und/oder Alkohol zu konsumieren. Den Teilnehmerinnen wurde nahe gelegt, vor dem Versuch normal zu essen und möglichst unparfümiert zum Termin zu erscheinen. Bei Bedarf sollte eine Sehhilfe (Kontaktlinsen, Brille) mitgebracht werden, um die Fragebögen ausfüllen zu können. Die Teilnehmerinnen wurden um frühzeitige Absage gebeten, sollte am Versuchstag ihre Riechfähigkeit durch eine akute Erkrankung eingeschränkt sein. Soweit möglich wurden die Teilnehmerinnen wenige Tage vor dem jeweiligen Versuch zwecks Bestätigung des Termins telefonisch kontaktiert.

Versuchsablauf: Die Zuordnung der Teilnehmerinnen zu den Gruppen erfolgte zufällig und vor dem Eintreffen der Vpn im Labor. Es wurde dabei darauf geachtet, die Gruppen zeitlich gleichmäßig aufzufüllen um so potentielle Störeffekte längerfristiger Veränderungen (z.B. Jahreszeit) zu kontrollieren. Nach der Begrüßung und einem Rundgang durch die Untersuchungsräume wurden die Teilnehmerinnen gebeten den SAM, die B-L und die k-SL gemäß der aktuellen körperlichen und psychischen Befindlichkeit auszufüllen.

Nun wurden mit den allgemeinen Informationen für Versuchsteilnehmer (siehe Anhang) die Teilnehmerinnen mündlich und schriftlich in den Versuch eingeführt, über Nebenwirkungen der EEG-Aufzeichnung aufgeklärt und die jeweilige Kontextbedingung (siehe 4.2.7 Herstellung des Wahrnehmungskontextes) eingeführt. Dann füllten die Teilnehmerinnen die Einverständniserklärung aus. Im Anschluss daran wurde der erste Schwellentest durchgeführt. Es folgte die Vorgabe der D-S und des SAM-F. Zur Vermeidung von Ablenkung und Beeinflussung wurden die Vpn in der Zeit der Bearbeitung dieser Fragebögen allein gelassen.

Es folgte das Anbringen der Elektroden zur EEG-Aufzeichnung. Währenddessen bearbeiteten die Vpn den E-P-I, die CAUS, den Händigkeitfragebogen und den Geruchsfragebogen (siehe Anhang). Im Anschluss daran wurde das Endstück des Olfaktometers so positioniert, dass einerseits der Körper entspannt und der Bildschirm gut sichtbar war und andererseits die Teflon-Endstücke des Olfaktometer-Kopfstückes in die Nase hineinreichten. Der Atemgürtel wurde angelegt und das Olfaktometer eingeschaltet, um nun den Duft dreimal für die Einschätzung der Intensität, Angenehmheit, Unangenehmheit und Bekanntheit zu prä-

sentieren. Dann wurde der Duft erneut zur Bearbeitung der Deskriptorenliste dargeboten, womit das initiale Duftrating abgeschlossen war.

Nun wurde der Versuchsablauf erklärt. Es wurde darauf hingewiesen, dass während des Experiments die Konzentration der präsentierten Duftproben entweder experimentell variiert oder konstant gehalten werde und die Aufgabe der Teilnehmerinnen darin bestünde, im Anschluss an jede Duftpräsentation die Intensität der Duftprobe sowie die emotionale Reaktion auf den Duftreiz anhand der computergestützten Skalen einzuschätzen. In den folgenden Probedurchgängen mit jeweils fünf Duftpräsentationen wurden das Einatmen bei Duftpräsentation, das Stillhalten der Augen während Präsentation des Fixationskreuzes zwecks Artefaktvermeidung und die Bearbeitung der Skalen eingeübt. Nach drei Probedurchgängen wurde mit der experimentellen, psychophysiologischen Datenerhebung begonnen. Während der nächsten zwanzig Minuten erhielten die Vpn insgesamt 60 Duftstimuli und bearbeiteten jeweils die Skalen zur Intensitätseinschätzung und zur Einschätzung der emotionalen Reaktion auf den Duftreiz (SAM).

Nach der Datenaufzeichnung wurden erneut der SAM sowie die BL und die k-SL zur Erhebung der körperlichen und psychischen Befindlichkeit vorgegeben. Dann wurde der Schwellentest zum zweiten Mal durchgeführt. Als Abschluss wurde ein kurzes Interview zum Erleben des Versuchs geführt, die Elektrodenkappe wurde entfernt und die Vpn wurde gebeten über den genauen Ablauf des Versuchs Stillschweigen zu bewahren um zu gewährleisten, dass nachfolgende Vpn zunächst ebenso unwissend an dem Versuch teilnehmen könnten. Die studentischen Vpn wurden durch Versuchspersonenstunden in Höhe der jeweils aufgewendeten Zeit entlohnt. Diejenigen Vpn, welche nicht Psychologiestudenten waren, wurden mit 20 € für ihre Teilnahme belohnt.

Zeitstruktur eines Trials: Jeder Trial bestand aus zwei Teilen: Im ersten Teil wurde der Duft präsentiert und im zweiten Teil bearbeiteten die Vpn vier Bewertungs-Skalen (Intensitätsskala & 3 SAM-Skalen). Der erste Teil wurde eingeleitet durch die Darstellung eines Fixationskreuzes (weißes Kreuz auf schwarzem Grund, Strichlänge: 8 cm, Präsentationsdauer: 5 Sekunden) auf einem Computerbildschirm (17 Zoll, Entfernung 110 cm). Dies signalisierte der Vpn, mit der Einatmung durch die Nase zu beginnen, um den dargebotenen Duft möglichst genau wahrzunehmen. Zur Vermeidung einer zeitlichen Vorhersagbarkeit des Duftreizes wurde zwischen Beginn der Präsentation des Fixationskreuzes und Präsentation des Geruchsreizes ein zufällig variierendes Intervall von zwei oder drei Sekunden realisiert. Nach dieser Verzögerung wurde der Duft für 300 Millisekunden dargeboten. Passend zur jeweiligen Verzögerung markierte drei oder zwei Sekunden danach das Verschwinden des Fixati-

onskreuzes das Ende des ersten Teils. Direkt im Anschluss schätzten die Vpn zunächst die wahrgenommene Intensität des jeweiligen Duftreizes mittels der computergestützten Intensitätsskala ein. Danach wurde die eigene Befindlichkeit in Reaktion auf den Duft mit Hilfe der drei SAM-Skalen in der Reihenfolge (1) Valenz, (2) Arousal, (3) Dominanz bewertet. Für jede der drei Einschätzungen stand eine maximale Zeit von 5 Sekunden zur Verfügung. Erfolgte die jeweilige Einschätzung nicht in dieser Zeit, verschwand die aktuelle Skala und die folgende wurde dargeboten. Bei vollständiger Ausnutzung der für jede Skala eingeräumten Zeit von fünf Sekunden war ein maximales Interstimulusintervall (ISI) von 25 Sekunden möglich, was jedoch nie ausgenutzt wurde. Tatsächlich wurden sämtliche Einschätzungen immer innerhalb eines ISI von 20 Sekunden vorgenommen. Die Zeit welche zur Einschätzung der Duftintensität oder der eigenen Befindlichkeit nicht gebraucht wurde, wurde durch einen schwarzen Bildschirm gefüllt.

4.4 Versuchspläne zur Untersuchung der Auswirkungen des kognitiven Wahrnehmungskontext

4.4.1 Design 1: Geruchsqualität

Mit dem ersten Design sollte die Auswirkung des kWk auf die Einschätzungen der Geruchsqualität untersucht werden (Annahme I.).

4.4.1.1 Unabhängige Variable Design 1

Durch die UV₁: Bias wurde mit den Versuchsinstruktionen der kWk auf drei Stufen operationalisiert: UV₁ Bias: 1. positiver Bias (pb), 2. neutraler Bias (k), 3. negativer Bias (nb). Einzelheiten zur Herstellung des jeweiligen Wahrnehmungskontextes sind im Abschnitt 4.2.7 beschrieben.

4.4.1.2 Abhängige Variablen Design 1

Die Beeinflussung der wahrgenommenen Geruchsqualität durch den kWk wurde durch die Untersuchung der Ratings zur empfundenen Angenehmheit und Unangenehmheit von IBA nachgegangen. Außerdem wurde der Einfluss des kWk auf die Einschätzung der Bekanntheit von IBA im initialen Duftrating untersucht. Deskriptive Beschreibungen der Geruchsqualität wurden mit der Deskriptorenliste erhoben.

4.4.1.3 Hypothesen zum Design 1

Die Stufe 2. der UV₁: Bias (neutraler Bias) dient als Kontrollgruppe, in der die Einschätzungen immer als mittlere Ausprägung zwischen denen der pb- und nb-Gruppe erwartet werden. Es ergeben sich folgende inhaltliche und statistische Hypothesen:

IBA wird in von den Vpn der pb-Gruppe als angenehmer wahrgenommen als von denen der nb-Gruppe.

$$H_1: \mu \text{ Angenehmheit}_{pb} > \mu \text{ Angenehmheit}_k > \mu \text{ Angenehmheit}_{nb}$$

IBA wird von den Vpn der nb-Gruppe als unangenehmer wahrgenommen als von denen der pb-Gruppe.

$$H_1: \mu \text{ Unangenehmheit}_{pb} < \mu \text{ Unangenehmheit}_k < \mu \text{ Unangenehmheit}_{nb}$$

Die Bekanntheit von IBA wird von den Vpn in allen Experimentalgruppen gleich eingeschätzt.

$$H_0: \mu \text{ Bekanntheit}_{pb} = \mu \text{ Bekanntheit}_k = \mu \text{ Bekanntheit}_{nb}$$

4.4.2 Design 2: Geruchsintensität

Mit dem zweiten Design sollte der Einfluss des kWk auf die wahrgenommene Intensität von Duftreizen untersucht werden (Annahme II.).

4.4.2.1 Unabhängige Variable Design 2

Im Design 2 wurde der kWk durch die die UV₁ Bias operationalisiert.

4.4.2.2 Abhängige Variable Design 2

Die Beeinflussung der wahrgenommenen Intensität von Duftreizen durch den kWk wurde durch die Untersuchung der Intensitätsratings während der psychophysiologischen Datenerhebung analysiert.

4.4.2.3 Hypothesen zum Design 2

Die Stufe 2. der UV₁: Bias (neutraler Bias) dient als Kontrollgruppe, in der die Einschätzungen als mittlere Ausprägung zwischen denen der pb- und nb-Gruppe erwartet werden. Es ergibt sich folgende inhaltliche und statistische Hypothese:

Bei wiederholter Präsentation wird IBA von den Vpn der nb-Gruppe als intensiver eingeschätzt als von denen der k-Gruppe. Die Duft-Intensitäts-Einschätzungen der pb-Gruppe sind am niedrigsten.

$$H_1: \mu \text{ Intensität}_{pb} < \mu \text{ Intensität}_k < \mu \text{ Intensität}_{nb}$$

4.4.3 Design 3: Wahrnehmungsschärfe

Mit dem dritten Design wurde der Einfluss des kWk auf die Wahrnehmungsschärfe von Duftreizen untersucht (Annahme III.).

4.4.3.1 Unabhängige Variablen Design 3

Im Design 3 wurde der kWk durch die UV₁ Bias operationalisiert. Außerdem ergab sich der zweistufige Faktor Messzeitpunkt (UV₂: MZP) mit den Stufen vor der EEG-Aufzeichnung (t₁) und direkt im Anschluss an die psychophysiologische Datenerhebung (t₂).

4.4.3.2 Abhängige Variablen Design 3

Die Beeinflussung der Wahrnehmungsschärfe von Duftreizen durch den kWk wurde durch die Untersuchung der Ws-Tests vor und nach der psychophysiologischen Datenerhebung analysiert. Tabelle 4.5 gibt einen Überblick über das Design 4.

Tabelle 4.5: Überblick über die Faktoren Bias und MZP in Design 3 (3x2-Design)

		UV ₁ Bias		
		pb	k	nb
UV ₂ MZP	t ₁	Ws-Test		
	t ₂			

4.4.3.3 Hypothesen zum Design 3

Die Werte der Ws-Tests unterscheiden sich zwischen den Gruppen weder zum ersten noch zum zweiten MZP.

$$H_0: \mu \text{ Schwellenwert}_{pb, t0} = \mu \text{ Schwellenwert}_{k, t0} = \mu \text{ Schwellenwert}_{nb, t0}$$

$$H_0: \mu \text{ Schwellenwert}_{pb, t1} = \mu \text{ Schwellenwert}_{k, t1} = \mu \text{ Schwellenwert}_{nb, t1}$$

4.4.4 Design 4: Emotionale Reaktion auf einen Duftreiz

Mit dem vierten Design sollte die Auswirkung des kWk auf die emotionale Reaktion auf Duftreize untersucht werden (Annahme IV.).

4.4.4.1 Unabhängige Variable Design 4

Im Design 4 wurde der kWk durch die die UV₁ Bias operationalisiert.

4.4.4.2 Abhängige Variablen Design 4

Die Beeinflussung der emotionalen Reaktion auf einen Duftreiz wurde durch die Untersuchung der SAM-Ratings zur erlebten Valenz, Dominanz und zum Arousal während der psychophysiologischen Datenerhebung analysiert.

4.4.4.3 Hypothesen zum Design 4

Durch die UV₁: Bias wurde der kWk operationalisiert. Die Stufe 2. der UV₁: Bias (neutraler Bias) dient als Kontrollgruppe. Mit Ausnahme der Hypothese zum Arousal werden die Einschätzungen dieser Gruppe immer als mittlere Ausprägung zwischen denen der pb- und nb-Gruppe erwartet. Zur Untersuchung der in 3.2 formulierten Annahme IV ergeben sich folgende inhaltliche und statistische Hypothesen:

Die Valenz-Ratings der Vpn in der pb-Gruppe in Reaktion auf IBA sind größer als die der nb-Gruppe.

$$\mathbf{H}_1: \mu \text{ Valenz}_{pb} > \mu \text{ Valenz}_k > \mu \text{ Valenz}_{nb}$$

Die Dominanz-Ratings der Vpn in der pb-Gruppe in Reaktion auf IBA sind größer als die der nb-Gruppe.

$$\mathbf{H}_1: \mu \text{ Dominanz}_{pb} > \mu \text{ Dominanz}_k > \mu \text{ Dominanz}_{nb}$$

Es wird angenommen, dass das Erregungsniveau in Reaktion auf den Duftreiz in Richtung der vermuteten Wirkung des Stimulus beeinflusst wird. Da in der pb-Gruppe sowohl anregende als auch entspannende Wirkungen und in der nb-Gruppe sowohl Benommenheit als auch, auf Grund der vermuteten Bedrohung, eine erhöhte Erregung denkbar ist, wird lediglich Ungleichheit der Arousal-Ratings in den Experimentalgruppen angenommen.

Die Arousal-Ratings der Vpn in Reaktion auf IBA unterscheiden sich in zwischen den Experimentalgruppen.

$$\mathbf{H}_1: \mu \text{ Arousal}_{pb} \neq \mu \text{ Arousal}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \mu \text{ Arousal}_{pb} \neq \mu \text{ Arousal}_{nb}$$

$$\mathbf{H}_1: \mu \text{ Arousal}_k \neq \mu \text{ Arousal}_{nb}$$

4.4.5 Design 5: Körperliche und psychische Befindlichkeit

Mit dem fünften Design sollte der Einfluss von Düften auf die körperliche und psychische Befindlichkeit in Abhängigkeit vom kWk untersucht werden (Annahme V.).

4.4.5.1 Unabhängige Variablen Design 5

Als unabhängig Variable diente hier wiederum die UV₁: Bias zur Operationalisierung des kWk. Außerdem ergab sich der Faktor Messzeitpunkt (UV₂: MZP: 1. t₀, 2. t₂) durch den Vergleich der Ratings zur körperlichen und psychischen Befindlichkeit zu Beginn der Untersuchung vor Einführung des kWk (t₀) und direkt im Anschluss an die zwanzigminütige Exposition (t₂).

4.4.5.2 Abhängige Variablen Design 5

Als abhängige Variablen zur Untersuchung von Gruppenunterschieden hinsichtlich der körperlichen und psychischen Befindlichkeit wurde die B-L, die Untergruppen Wohlbefinden und chemosensorische Irritationen aus der k-SL sowie die Valenz-, Arousal- und Dominanz-Ratings der aktuellen, allgemeinen, psychischen Befindlichkeit (SAM) verwendet. Tabelle 4.6 gibt einen Überblick über das Design 5.

Tabelle 4.6: Überblick über die Faktoren Bias und MZP in Design 5 (3x2-Design)

		UV₁ Bias		
		pb	k	nb
UV₂ MZP	t ₀	BL		
	t ₂	k-SL: csI, Wb Valenz-, Dominanz- und Arousal- Ratings (SAM)		

4.4.5.3 Hypothesen zum Design 5

Einleitend (t₀) wurde die Gleichheit der Gruppen vor Einführung der Bias-Bedingungen bzgl. der betreffenden AV's angenommen. Unterschiede zwischen den Gruppen an t₂ wurden auf den Einfluss der Duftpräsentationen im experimentellen Teil zurückgeführt. Daraus ergeben sich folgende inhaltliche und statistische Hypothesen:

Zum MZP t₀ sind die BL Werte der Vpn in den Experimentalgruppen gleich.

$$H_0: \mu \text{ Beschwerden}_{pb, t_0} = \mu \text{ Beschwerden}_{k, t_0} = \mu \text{ Beschwerden}_{nb, t_0}$$

Zum MZP t₀ sind die csI-Werte der Vpn in den Experimentalgruppen gleich.

$$H_0: \mu \text{ csI}_{pb, t_0} = \mu \text{ csI}_{k, t_0} = \mu \text{ csI}_{nb, t_0}$$

Zum MZP t₀ sind die Wb-Werte der Vpn in den Experimentalgruppen gleich.

$$H_0: \mu \text{ Wb}_{pb, t_0} = \mu \text{ Wb}_{k, t_0} = \mu \text{ Wb}_{nb, t_0}$$

Zum MZP t₀ sind die Valenz-Ratings der Vpn in den Experimentalgruppen gleich.

$$H_0: \mu \text{ Valenz}_{pb, t_0} = \mu \text{ Valenz}_{k, t_0} = \mu \text{ Valenz}_{nb, t_0}$$

Zum MZP t_0 sind die Dominanz-Ratings der Vpn in den Experimentalgruppen gleich.

$$H_0: \mu \text{ Dominanz}_{pb, t_0} = \mu \text{ Dominanz}_{k, t_0} = \mu \text{ Dominanz}_{nb, t_0}$$

Zum MZP t_0 sind die Arousal-Ratings der Vpn in den Experimentalgruppen gleich.

$$H_0: \mu \text{ Arousal}_{pb, t_0} = \mu \text{ Arousal}_{k, t_0} = \mu \text{ Arousal}_{nb, t_0}$$

Zur Untersuchung der Annahme V. ergeben sich anschließend inhaltliche und statistische Hypothesen für den MZP (t_2). Hier werden wiederum, mit Ausnahme der Hypothese zum Arousal, die Werte der k-Gruppe zwischen denen des pb- und nb-Gruppe liegend erwartet.

Zum MZP t_2 sind die BL Werte der Vpn der nb-Gruppe größer als die der pb-Gruppe.

$$H_1: \mu \text{ Beschwerden}_{pb, t_2} < \mu \text{ Beschwerden}_{k, t_2} < \mu \text{ Beschwerden}_{nb, t_2}$$

Zum MZP t_2 sind die csI-Werte der Vpn in der nb-Gruppe größer als die der pb-Gruppe.

$$H_1: \mu \text{ csI}_{pb, t_2} < \mu \text{ csI}_{k, t_2} < \mu \text{ csI}_{nb, t_2}$$

Zum MZP t_2 sind die Wb-Werte der Vpn in der pb-Gruppe größer als die der nb-Gruppe

$$H_1: \mu \text{ Wb}_{pb, t_2} > \mu \text{ Wb}_{k, t_2} > \mu \text{ Wb}_{nb, t_2}$$

Zum MZP t_2 sind die Valenz-Ratings der Vpn der pb-Gruppe größer als die der nb-Gruppe.

$$H_1: \mu \text{ Valenz}_{pb, t_2} > \mu \text{ Valenz}_{k, t_2} > \mu \text{ Valenz}_{nb, t_2}$$

Zum MZP t_2 sind die Dominanz-Ratings der Vpn der pb-Gruppe größer als die der nb-Gruppe.

$$H_1: \mu \text{ Dominanz}_{pb, t_2} > \mu \text{ Dominanz}_{k, t_2} > \mu \text{ Dominanz}_{nb, t_2}$$

Analog zu 4.4.4.3:

Zum MZP t_2 unterscheiden sich die Arousal-Ratings der Vpn der Experimentalgruppen.

$$H_1: \mu \text{ Arousal}_{pb, t_2} \neq \mu \text{ Arousal}_{k, t_2}$$

$$H_1: \mu \text{ Arousal}_{pb, t_2} \neq \mu \text{ Arousal}_{nb, t_2}$$

$$H_1: \mu \text{ Arousal}_{k, t_2} \neq \mu \text{ Arousal}_{nb, t_2}$$

4.4.6 Design 6: Zentralnervöse Geruchsverarbeitung

Das sechste Design wurde zur Untersuchung der Modulation zentralnervöser Geruchsverarbeitung durch den kWk entworfen (Annahme VI).

4.4.6.1 Unabhängige Variablen Design 6

Als erste unabhängige Variable diente hier wiederum die bereits eingeführte Variable Bias (UV₁: Bias: nb, k, pb) zur Operationalisierung des kWk. Zur Berücksichtigung der topografischen Verteilung von Verarbeitungsprozessen über der Kopfoberfläche ergaben sich darüber

hinaus die jeweils dreistufigen Positionsfaktoren Sagittal [UV₂: Sagittal: 1. anterior (a), 2. zentral (c), 3. posterior (p)] und Transversal [UV₃: Transversal: 1. links (l), 2. Mitte (m), 3. rechts (r)] (siehe Abschnitt 4.2.4 EEG-Aufzeichnung).

4.4.6.2 Abhängige Variablen Design 6

Als Operationalisierung der zentralnervösen Verarbeitung von Duftreizen wurden die Amplituden und Latenzen der Ereignis korrelierten Potentiale N1, P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW verwendet (siehe Abschnitt 4.5.1 Datenreduktion). Tabelle 4.7 stellt das Design dar.

Tabelle 4.7: Design 6 zur Untersuchung der zentralnervösen Geruchsverarbeitung (3×3×3-Design)

			UV ₁ Bias		
			pb	k	nb
UV ₂ Sagittal	anterior	UV ₃ Transversal	links	Amplituden des CSEKP (N1, P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW) Latenzen des CSEKP (N1, P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW)	
			Mitte		
			rechts		
	zentral	UV ₃ Transversal	links		
			Mitte		
			rechts		
	posterior	UV ₃ Transversal	links		
			Mitte		
			rechts		

4.4.6.3 Hypothesen zum Design 6

Es wurde erwartet, dass sich der kWk auf die zentralnervöse Geruchsverarbeitung auswirkt (Annahme VI). Eine konkrete Hypothese über die topografische Lage der erwarteten Unterschiede zwischen den Gruppen entsprechend der Faktoren Sagittal und Transversal wurde nicht aufgestellt. Entsprechend der Operationalisierung von Annahme VI.a ergeben sich inhaltliche und statistische Hypothesen.

Die Amplituden der frühen CSEKP Komponenten sind in der nb-Gruppe größer als in der k-Gruppe. Die Amplituden der pb-Gruppe sind am kleinsten.

H₁: μ N1 Amplitude_{pb} < μ N1 Amplitude_k < μ N1 Amplitude_{nb}

H₁: μ P2 Amplitude_{pb} < μ P2 Amplitude_k < μ P2 Amplitude_{nb}

H₁: μ N2 Amplitude_{pb} < μ N2 Amplitude_k < μ N2 Amplitude_{nb}

Die Latenzen der frühen CSEKP Komponenten sind in der nb-Gruppe kleiner als in der k-Gruppe. Die Latenzen der pb-Gruppe sind am größten.

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ N1 Latenz}_{pb} < \mu \text{ N1 Latenz}_k < \mu \text{ N1 Latenz}_{nb}$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ P2 Latenz}_{pb} < \mu \text{ P2 Latenz}_k < \mu \text{ P2 Latenz}_{nb}$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ N2 Latenz}_{pb} < \mu \text{ N2 Latenz}_k < \mu \text{ N2 Latenz}_{nb}$$

Annahme VI.b wird wie folgt umgesetzt:

Die Amplituden der späten CSEKP Komponenten sind in der pb-Gruppe und in der nb-Gruppe größer als in der k-Gruppe.

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ P3-1 Amplitude}_{pb} > \mu \text{ P3-1 Amplitude}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ P3-2 Amplitude}_{pb} > \mu \text{ P3-2 Amplitude}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ pSW Amplitude}_{pb} > \mu \text{ pSW Amplitude}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ P3-1 Amplitude}_{nb} > \mu \text{ P3-1 Amplitude}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ P3-2 Amplitude}_{nb} > \mu \text{ P3-2 Amplitude}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ pSW Amplitude}_{nb} > \mu \text{ pSW Amplitude}_k$$

Die Latenzen der späten Komponenten sind in der pb-Gruppe und in der nb-Gruppe kleiner als in der k-Gruppe.

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ P3-1 Latenz}_{pb} < \mu \text{ P3-1 Latenz}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ P3-2 Latenz}_{pb} < \mu \text{ P3-2 Latenz}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ pSW Latenz}_{pb} < \mu \text{ pSW Latenz}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ P3-1 Latenz}_{nb} < \mu \text{ P3-1 Latenz}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ P3-2 Latenz}_{nb} < \mu \text{ P3-2 Latenz}_k$$

$$\mathbf{H}_1: \quad \mu \text{ pSW Latenz}_{nb} < \mu \text{ pSW Latenz}_k$$

Die Darstellung der topografischen Verteilung der Komponenten dient der Validierung der CSEKP Messung. Hierdurch wird sichergestellt, dass die CSEKP mit den in der Literatur beschriebenen übereinstimmen um eine angemessene Interpretation zu ermöglichen.

4.4.7 Design 7: Lernprozesse

Mit dem siebten Design wurde untersucht, ob die Beeinflussung der zentralnervösen Reizverarbeitung durch den kWk zusätzlich durch differentielle **Lernprozesse** moduliert wird. Dabei

sollten die vom jeweiligen kWk abhängigen Lernprozesse Sensitivierung und Habituation untersucht werden.

4.4.7.1 Unabhängige Variablen Design 7

Es gelten hier die im Design 6 spezifizierten unabhängigen Variablen [UV₁: Bias: nb, k, pb; UV₂: Sagittal: anterior (a), zentral (c), posterior (p); UV₃: Transversal: links (l), Mitte (m), rechts (r)]. Um Veränderungen der zentralnervösen Reizverarbeitung im Versuchsverlauf zu analysieren und damit Lerneffekte zu operationalisieren, wurden die Komponenten jeweils getrennt für die erste und zweite Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung ermittelt. So entstanden die zwei Stufen der unabhängigen Variablen Zeit [UV₄: Zeit: 1. der Trials 1-30 (1) 2. der Trials 31-60 (2)]

4.4.7.2 Abhängige Variablen Design 7

Als abhängige Variablen dienen hier analog zum Design 6 die Amplituden und Latenzen der CSEKP Komponenten der ersten und zweiten Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung. Tabelle 4.8 stellt das Design 7 dar.

Tabelle 4.8: Design 7 zur Untersuchung von differentiellen Lernprozessen (3×3×3×2-Design)

			UV ₁ Bias						
			pb		k		nb		
			UV ₄ Zeit		UV ₄ Zeit		UV ₄ Zeit		
			1	2	1	2	1	2	
UV ₂ Sagittal	anterior	UV ₃ Transversal	links	Amplituden des CSEKP (N1, P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW) Latenzen des CSEKP (N1, P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW)					
			Mitte						
			rechts						
	zentral	UV ₃ Transversal	links						
			Mitte						
			rechts						
	posterior	UV ₃ Transversal	links						
			Mitte						
			rechts						

4.4.7.3 Hypothesen zum Design 7

Inhaltliche und statistische Hypothesen leiten sich aus der Annahme VII entsprechend der Operationalisierung ab.

Amplituden:

Die Erwartungswertverläufe der N1 Amplitude zwischen der ersten und zweiten Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung unterscheiden sich zwischen den Bias-Gruppen. Während die Amplitude der N1 von der Stufe 1 zur Stufe 2 der UV Zeit in der nb-Gruppe zunimmt (Sensitivierung), reduziert sie sich in der pb-Gruppe (Habituation). Die N1 Amplitude der k-Gruppe verändert sich nicht.

Latenzen:

Die Erwartungswertverläufe der N1 Latenz zwischen der ersten und zweiten Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung unterscheiden sich zwischen den Bias-Gruppen. Während sich die Latenz der N1 von der Stufe 1 zur Stufe 2 der UV Zeit in der nb-Gruppe reduziert (Sensitivierung), nimmt sie in der pb-Gruppe zu (Habituation). Die N1 Amplitude der k-Gruppe verändert sich nicht.

Analoge Hypothesen gelten für die Amplituden und Latenzen der P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW.

4.4.8 Design 8: Persönlichkeitsmerkmale und körperliche und psychische Befindlichkeit

Mit dem achten Design wurde untersucht, ob der durch den kWk vermittelte Einfluss von Düften auf die körperliche und psychische Befindlichkeit mit Merkmalen der Person zusammenhängen und durch diese vorhersagbar sind (Annahme VIII.).

4.4.8.1 Prädiktoren Design 8

Zur Vorhersage von Auswirkungen der Duftexposition innerhalb der Bias-Gruppen und über alle Vpn wurden als Prädiktoren die Fragebogen-Werte des E-P-I (Extraversion und Neurotizismus, Stanine-Werte), der D-S (Depressivität, Stanine-Werte), des SAM-F (private und öffentliche Selbstaufmerksamkeit, Stanine-Werte) sowie die der CAUS Untergruppen (allgemeine Sensitivität, Körpersensitivität, Atmung, Haut / Allergie, sMCS, Rohwerte) verwendet. Zur Kontrolle der Tendenz zur Beantwortung entsprechend sozialer Erwünschtheit wurden die Daten aller Teilnehmerinnen mit mehr als vier Punkten auf der Lügenskala (E-P-I) ausgeschlossen.

4.4.8.2 Kriterien Design 8

Als Maße für die Veränderung der aktuellen Befindlichkeit im Versuchsverlauf (Kriterien) wurden von den Ratings, welche am Ende des Versuchs abgegeben wurden, diejenigen vom Versuchsbeginn abgezogen. Tabelle 4.9 stellt die Bedeutung dieser neuen Variablen dar.

Tabelle 4.9: Inhaltliche Bedeutung der Veränderungsmaße $AV_1 - AV_6$ (Kriterien)

AV_1 : SAM Valenz _{nachher - vorher}	große Werte = Verbesserung der Stimmung kleine Werte = Verschlechterung der Stimmung
AV_2 : SAM Dominanz _{nachher - vorher}	große Werte = Zunahme an Dominanz kleine Werte = Abnahme an Dominanz
AV_3 : SAM Arousal _{nachher - vorher}	große Werte = Zunahme an Arousal kleine Werte = Abnahme an Arousal
AV_4 : BL _{nachher - vorher}	große Werte = Zunahme berichteter Beschwerden kleine Werte = Abnahme berichteter Beschwerden
AV_5 : csI _{nachher - vorher}	große Werte = Zunahme berichteter csI kleine Werte = Abnahme berichteter csI
AV_6 : Wb _{nachher - vorher}	große Werte = Zunahme an Wohlbefinden kleine Werte = Abnahme an Wohlbefinden

4.4.8.3 Hypothesen zum Design 8

Das Design 8 dient der explorativen Untersuchung der Zusammenhänge und Vorhersagbarkeit von kWk vermitteltem Einfluss von Düften auf die körperliche und psychische Befindlichkeit durch Merkmale der Person. Es wurden keine expliziten Hypothesen aufgestellt.

4.4.9 Design 9: Persönlichkeitsmerkmale und Geruchsverarbeitung

Mit dem neunten Design wird auf Zusammenhänge von überdauernden Persönlichkeitsmerkmalen und chemosensorischer Reizverarbeitung unter Beachtung des kWk eingegangen (Annahme IX.).

4.4.9.1 Prädiktoren Design 9

Zur Analyse von Zusammenhängen zwischen Persönlichkeits-Variablen und der zentralnervösen Geruchsverarbeitung wurden wie auch schon im Design 3 als Prädiktoren die Fragebogen-Werte des E-P-I (Extraversion und Neurotizismus, Stanine-Werte), der D-S (Depressivität, Stanine-Werte), des SAM-F (private und öffentliche Selbstaufmerksamkeit, Stanine-Werte) sowie die der CAUS Untergruppen (allgemeine Sensitivität, Körpersensitivität, Atmung, Haut / Allergie, sMCS, Rohwerte) verwendet. Zur Kontrolle der Tendenz einer Beant-

wortung entsprechend sozialer Erwünschtheit wurden auch hier die Daten aller Teilnehmerinnen mit mehr als vier Punkten auf der Lügenskala (E-P-I) ausgeschlossen.

4.4.9.2 Kriterien Design 9

Als Operationalisierung der zentralnervösen Geruchsverarbeitung dienten die Amplituden und Latenzen der N1, P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW (vgl. Tabelle 4.8). Zur Vorhersage der Wahrnehmungsschärfe wurde als AV ein mittlerer Sensitivitätswert aus den Werten der vor und nach dem psychophysiologischen Teil durchgeführten Ws-Tests gebildet $[(Ws\text{-}Test\ t_1 + Ws\text{-}Test\ t_2)/2]$.

4.4.9.3 Hypothesen zum Design 9

Das Design 9 dient der explorativen Untersuchung zur Vorhersagbarkeit der chemosensorischen Geruchsverarbeitung durch Merkmale der Person unter Berücksichtigung des kWk. Es wurden keine expliziten Hypothesen aufgestellt

4.5 Auswertung

4.5.1 Datenreduktion

Die EEG-Daten wurden offline mit der Brain Vision Analyser Software (Version 1.05, Brain Products GmbH, München) ausgewertet. Zunächst wurden die Daten aller Kanäle rereferenziert. In dieser Prozedur wird ein Mittelwert ausgewählter Kanäle als neue Referenz definiert. In diese Berechnungen gingen der Original-Referenzkanal (linkes Ohr) und die von einer am rechten Ohr läppchen befestigten Elektrode (Ohr_2) aufgezeichneten Daten ein. Dann wurden die Zeitsegmente (Epochen) in Bezug auf die Trigger-Signale aus dem kontinuierlichen EEG ausgeschnitten. Für diese Segmente wurde eine Dauer von 3000 ms (von 1000 ms vor bis 2000 ms nach Trigger-Signal) gewählt. Für die anschließende Baseline-Korrektur wurde der Zeitbereich von -1000 ms bis 0 ms berücksichtigt. Mit diesem Verfahren wurde der neue Nullpunkt der Segmente dem mittleren Spannungswert des gewählten Intervalls gleichgesetzt und so die Grundlinie jedes Segmentes justiert. Nun wurden die Daten durch eine Hochpassfilterung (Butterworth Zero Phase Filters, Low Cutoff: 0,2 Hz, Zeitkonstante: 0,7958 s, 24 dB/oct) von langsamen Phasen-Verschiebungen bereinigt. Anschließend wurden die Einflüsse von Augenbewegungen auf die Daten mit Hilfe der Augenartefakt-Korrektur nach Gratton und Coles (1983) unter Berücksichtigung der EOG Daten minimiert. In der nun folgenden Artefakt-Verwerfung (artefakt rejection) wurden Artefakte für jeden Kanal individuell zunächst automatisch detektiert. In der anschließenden Beurteilung dieser Vorgaben wurden

ausschließlich Artefakte in einem Zeitintervall von 0 bis 1400 ms berücksichtigt. Als Artefakt wurden Werte größer $50 \mu\text{V}$ und solche kleiner $-50 \mu\text{V}$ sowie Aktivität (Max-Min) kleiner $0,1 \mu\text{V}$ in einem Intervall länger als 100 ms definiert. Kriterium für die Verwendung eines gesamten Trials für die spätere Mittelungsprozedur war das Vorliegen von mindestens zwei artefaktfreien Elektrodenkanälen pro Elektrodenpool (siehe unten). Eine Tiefpassfilterung (Butterworth Zero Phase Filters, High Cutoff: 7 Hz, 24 dB/oct) wurde angeschlossen, um hohe Frequenzen zu eliminieren und damit die Bestimmung der Maxima und Minima (siehe Parametrisierung) zu ermöglichen.

Nun folgte die Mittelung der Daten. Diese wurde im Einzelkanalmodus durchgeführt, so dass alle artefaktfreien Kanäle in die Mittelung einbezogen wurden auch wenn ein Kanal des jeweiligen Segmentes durch Artefakte verunreinigt war. Zur späteren statistischen Analyse wurden nun durch Mittelung angrenzender Elektroden die anterior, zentral und posterior positionierten Elektroden der linken und rechten Hemisphäre sowie des Bereichs der Mittellinie zu neun Elektrodenpools zusammengefasst [Abbildung 4.4; 3 Stufen des Faktors Sagittal: anterior (a), zentral (c), posterior (p) \times 3 Stufen des Faktors Transversal: links (l), mitte (m), rechts (r) = 9 Elektrodenpools, al: Fp1, AF7, AF3, F7, F5, F3; am: Fpz, AFz, F1, Fz, F2; ar: Fp2, AF4, AF8, F4, F6, F8; cl: FT7, FC5, FC3, T7, C5, C3, TP7, CP5, CP3; cm: FC1, FC2, C1, Cz, C2, CP1, CPz, CP2; cr: FC4, FC6, FT8, C4, C6, T8, CP4, CP6, TP8; pl: P7, P5, P3, PO7, PO3, O1; pm: P1, Pz, P2, POz, Oz; pr: P4, P6, P8, PO4, PO8, O2]. Dies machte eine erneute Baseline-Korrektur (Zeitbereich: -1000 bis 0 s) notwendig. Nun wurden die Maxima und Minima (s) einzeln für jeden Elektrodenpool in vorher festgelegten Zeitfenstern bestimmt. Grundlage für die Bestimmung der Zeitfenster war eine visuelle Inspektion der über alle Vpn und alle Bedingungen gemittelten Spannungsverteilungen vor dem Hintergrund der erwarteten Komponenten und deren spezifischen temporalen und topografischen Verteilungen (Pause, 2002; Pause et al., 2003). Die frühen Komponenten des CSEKP wurden in den Latenzfenstern 250-500 ms (N1, negative Polarität), 300-550 ms (P2, positive Polarität) und 350-600 ms (N2, negative Polarität) gesucht. Die späten Positivitäten wurden als P3-1 und P3-2 bezeichnet (vgl. Pause et al., 1996b) und in den Zeitfenstern 400-650 ms (P3-1) und 600-900 ms (P3-2) detektiert. Für die Bestimmung der pSW wurde ein Intervall von 850-1300 ms festgelegt. Da eine vollständig automatische -Erkennung aufgrund von in diesem Fall entstehenden Doppelbelegungen einzelner Maxima (N1 & N2, P2 & P3-1, P3-1 & pSW) wegen überlappender Zeitfenster zu unbefriedigenden Ergebnissen geführt hätte, wurde der im Folgenden beschriebene Parametrisierungs-Ablauf gewählt.

Parameterisierung: Für die Festlegung der einzelnen Extrema wurden zunächst die jeweiligen Maxima bzw. Minima in dem betreffenden Zeitintervall durch die Brain Vision Analyser Software automatisch bestimmt. In einem zweiten Schritt wurden dann unter Berücksichtigung dieser Vorgabe die Maxima und Minima so gesetzt, dass (1) die Reihenfolge (N1, P2, N2, P3-1, P3-2, pSW) gewahrt blieb, (2) die N1 in Orientierung an ihrer parietalen sowie (3) die P2 unter Berücksichtigung des frontal definierbaren Kurvenmaximums bestimmt wurde. Für den Fall, dass keine Differenzierung zwischen N1 und N2 möglich war, wurden die N1, P2 und N2 übereinander auf das jeweilige Minimum gelegt. Die späten Positivitäten P3-1, P3-2 wurden in Orientierung an die zentro-parietale (P3-1) bzw. parietale Dominanz (P3-2) festgelegt. Hier und auch bei der Bestimmung der pSW wurde dasjenige Kurvenmaximum bestimmt, welches in mindestens fünf der neun Elektrodenpools einheitlich vorgegeben war. Für den Fall, dass kein Maximum im jeweiligen Zeitbereich mindestens fünfmal einhellig vorgegeben wurde, wurde dasjenige Kurvenmaximum als Komponente definiert, welches zeitlich mittig zwischen den durch das Programm vorgeschlagenen lag.

Die oben beschriebene Prozedur wurde genau so auch für die Auswertung unter Berücksichtigung von Zeiteffekten durchgeführt mit dem einzigen Unterschied, dass hier die ersten 30 Trials (Nr. 1-30) und die letzten 30 Trials (Nr. 31-60) jeweils getrennt in die Mittelungsprozedur eingingen.

4.5.2 Spannungs- und Stromdichte-Verteilungen

Die Darstellung der Spannungs-Verteilungen (Abschnitt 5.6.1) und Stromdichte-Verteilung (CSD Karten, Abschnitt 5.6.3) wurden nach Perrin et al. (1989) berechnet (Einstellungen für die CSD Karten: order of splines: $m = 4$, Maximal degree of Legendre polynomials: 20, Approximation parameter Lambda: $1,0E-005$). Gezeigt wird jeweils die Ansicht von vorn (vertikaler Winkel: 0° , horizontaler Winkel 0°), von hinten (vertikaler Winkel: 30° , horizontaler Winkel 180°) und von oben (vertikaler Winkel: 101° , horizontaler Winkel 180°).

4.6 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung des initialen Dufratings wurden die Gruppen bezüglich der Einschätzungen von Duft-Intensität, -Angenehmheit, -Unangenehmheit und -Bekanntheit mit einfaktoriellen Varianzanalysen verglichen. Die Einschätzungen der Angenehmheit und Unangenehmheit wurden über T-Tests für unabhängige Stichproben verglichen. Bei vorliegenden gerichtete Hypothesen wurden die Ergebnisse der T-Tests einseitig interpretiert. Für die statistische Analyse der Intensitäts- und SAM-Ratings während der wiederholten Duftprä-

sensation wurde zunächst unter Ausschluss fehlender Werte für jede Vpn die mittlere Einschätzung berechnet. Anschließend wurden die Gruppen mit einfaktoriellen Varianzanalysen verglichen. T-Test wurden angeschlossen und deren Ergebnisse entsprechend der Hypothesen einseitig interpretiert. Eine Ausnahme bildete hier die Interpretation der Ergebnisse zu den Arousal-Ratings. Da hier keine gerichteten Hypothesen vorlagen wurden die Ergebnisse des T-Tests zweiseitig interpretiert.

Bei der Auswertung zu den allgemeinen Effekten der Bias-Bedingungen wurden zunächst zweifaktorielle Varianzanalysen (Quadratsummentyp: unique sums of squares) mit Messwiederholung (UV₂ MZP) berechnet. Bei signifikanten Interaktionen ($p \leq 0,05$) wurden bedingte Wechselwirkungen innerhalb der Stufen des Faktors MZP berechnet um anschließend signifikante Effekte mit T-Tests zu spezifizieren und bei entsprechenden Hypothesen einseitig zu interpretieren (zur Methode der Analyse verschachtelter Effekte siehe Levine, 1991). Auch tendenzielle Effekte ($p \leq 0,10$) wurden mittels T-Tests genauer analysiert jedoch in der Folge mit Vorsicht interpretiert. Zusätzlich wurden hypothesengeleitet geplante direkte Vergleiche mittels T-Tests analysiert und einseitig interpretiert (Design 2). Zur Überprüfung der Voraussetzung, dass sich das allgemeine Befinden der Gruppen vor Einführung des kWk nicht unterscheidet, wurde das Signifikanzniveau bei den Berechnungen zum 1. MZP bei 20 % festgelegt.

Zur statistischen Analyse der Amplituden und Latenzen der CSEKP-Daten wurden zunächst, für die Berechnung von Effekten bei Mittlung über alle Trials, dreifaktorielle Varianzanalysen [3 (UV₁ Bias: nb, k, pb) \times 3 (UV₂ Transversal: links, Mitte, Rechts) \times 3 (UV₃ Sagittal: anterior, zentral, posterior); unique sum of squares] getrennt für die Amplitude und Latenz jeder einzelnen Komponente berechnet. Im Anschluss wurden signifikante Interaktionen ($p < 0,05$, Korrektur nach Huynh-Feld, 1976) durch die Berechnung bedingter Wechselwirkungen und schließlich über T-Test (zweiseitige Interpretation) für abhängige Stichproben zur Analyse von Positioneffekten analysiert (Levine, 1991). Bei den Berechnungen von bedingten Wechselwirkungen wurde der jeweils kleinere Effekt in den Stufen des größeren untersucht (Design 4). Die Gruppenunterschiede wurden mit T-Test für unabhängige Stichproben analysiert und entsprechend der Hypothesen interpretiert.

An die Untersuchung, der über alle Trials gemittelten Potentiale wurde der Vergleich zwischen der ersten und zweiten Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung angeschlossen. Wiederum wurden geschachtelte Effekte berechnet mit dem Unterschied, dass nun als Intersubjektfaktor auch der Faktor Zeit [UV₄: Zeit: 1. der Trials 1-30 (1), 2. der Trials 31-60 (2)] mit in die Berechnungen einbezogen wurde. Außerdem dienten zur besseren Ver-

gleichbarkeit die Berechnungen der über alle Trials gemittelten Potentiale als Orientierung bei der Berechnung der bedingten Wechselwirkungen. Für die Berechnung von Zeiteffekten wurden wiederum im letztendlichen Einzelvergleich T-Tests für abhängige Stichproben verwendet.

Bei den statistischen Entscheidungen für die H_1 wurde in allen Berechnungen eine Fehlerwahrscheinlichkeit von 5 % akzeptiert. Eine möglicherweise falsche Entscheidung für das Vorliegen eines Effektes (α -Fehler) konnte mit keinen gravierenden negativen Auswirkungen für potentiell betroffene Personengruppen in Verbindung gebracht werden, so dass ein noch konservativeres Signifikanzniveau nicht nötig erschien. Die Darstellung von Effekten wird jedoch als wichtig beurteilt, da diese potentiell Auswirkungen auf die Methodik im Bereich der Geruchsforschung und das wissenschaftliche Verständnis für chemosensorische Verarbeitungsprozesse haben. Auch aus diesem Grund wurden tendenzielle Effekte mit einer statistischen Fehlerwahrscheinlichkeit von $0,05 < p < 0,10$ aufgeführt, jedoch in der Folge mit Vorsicht interpretiert.

Zur Darstellung der Verteilung der Ausprägungen von mit den Fragebögen E-P-I, CAUS und SAM-F erhobenen überdauernden Eigenschaften in den experimentellen Gruppen wurden einfaktorielle Varianzanalysen berechnet. Bei signifikanten Ergebnissen wurden Scheffé-Tests angeschlossen. Da hier die H_0 abgesichert werden sollte, dass keine Gruppenunterschiede bezüglich dieser Variablen vorlagen, wurde das Signifikanzniveau auf 20 % festgesetzt.

Für die anschließende Analyse der Zusammenhänge von Persönlichkeitsvariablen und Veränderungen der körperlicher und psychischer Befindlichkeit sollten nur bedeutsame Veränderungen ($p \leq 0,10$) berücksichtigt werden. Diese wurden zunächst über T-Tests für abhängige Stichproben innerhalb der Experimentalgruppen ermittelt. Dabei wurden Personen mit Lügenskalen-Werte von fünf und mehr Punkten ausgeschlossen. Im Anschluss wurden die Zusammenhänge zwischen den erhobenen Persönlichkeitsmerkmalen und den sich im Versuchsverlauf verändernden Befindlichkeitsmaßen über Korrelationskoeffizienten (Pearson, nach Bortz, 1979) nach untersucht. Als Veränderungsmaße wurden entsprechend der signifikanten Vergleiche die Differenzen der nach der Exposition erhobenen Werte (t_2) zu denen vor der Einführung der Bias-Bedingung (t_0) verwendet. Ausreißer ($M - 1,5 \times SD > x > M + 1,5 \times SD$) in den für die jeweilige Gruppe bedeutenden Veränderungsmaßen wurden von der weiteren Analyse ausgeschlossen um Zufallskorrelationen durch Extremwerte zu minimieren. Zur Analyse der linearen Vorhersagbarkeit der Veränderungen der Befindlichkeit durch die Persönlichkeitsvariablen wurden anschließend schrittweise Regressionsanalysen berechnet. Als

potentielle Prädiktoren dienten dabei die Persönlichkeitsmerkmale Neurotizismus und Extraversion (Stanine) aus dem E-P-I, die Depressivität (Stanine-Werte) aus der D-S, die private und öffentliche Selbstaufmerksamkeit (Stanine) aus dem SAM-F sowie die Werte der CAUS Gruppen allgemeine Sensitivität, Körpersensitivität, Atmung, Haut / Allergie und sMCS.

Schließlich wurden die Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitsvariablen und der Geruchsverarbeitung (Komponenten der CSEKP und Wahrnehmungsschärfe) über Korrelationskoeffizienten untersucht, um anschließend die Vorhersagbarkeit der Geruchsverarbeitung durch Persönlichkeits-Variablen mittels schrittweiser Regressionsanalysen zu überprüfen.

Da es sich bei diesen Berechnungen um explorative Analysen zur Hypothesengenerierung handelte, wurde zunächst für die Korrelationskoeffizienten ein Signifikanzniveau von 5 % festgelegt und auch Effekte bis 10 % erwähnt. Als Schwellenwert des partiellen Korrelationskoeffizienten bei der Aufnahme einer Variable wurde in den schrittweisen Regressionsanalysen das Signifikanz-Niveau des F-Wertes verwendet und mit $p = 0,05$ festgelegt. Der Schwellenwert des partiellen Korrelationskoeffizienten zur Elimination einer Variable wurde ebenfalls über das Signifikanzniveau des F-Wertes definiert und mit $p = 0,1$ festgelegt. Die Interpretation der Beta-Gewichte erfolgte nach Bortz (1979).

5 ERGEBNISSE

Zunächst werden die Auswirkungen der Bias-Bedingungen auf die subjektive Wahrnehmung des Duftes dargestellt. Hierfür werden die Ratings zur wahrgenommenen Geruchsqualität (Angenehmheit, Unangenehmheit, Bekanntheit) und die Beschreibungen mit der Deskriptorenliste aufgeführt. Danach werden die Intensitätswahrnehmungen in den Experimentalgruppen behandelt. Es schließt sich die Untersuchung der Auswirkungen des kWk auf die Wahrnehmungsschärfe an. Als nächstes wird die emotionale Reaktion der Probandinnen auf den geruchlichen Reiz im Versuchsverlauf sowie auf die Veränderungen der körperlichen und psychischen Befindlichkeit eingegangen.

Dann werden die Ergebnisse der zentralnervösen Geruchsverarbeitung aufgeführt. Hier wird zunächst auf die topographische und temporale Verteilung der CSEKP Komponenten eingegangen, um anschließend die Auswirkungen des kWk auf die Amplituden und Latenzen der CSEKP Komponenten darzustellen. In diesem Zusammenhang wird auch auf die neokortikalen Generatoren eingegangen und anschließend die Ergebnisse zu den vermuteten differenziellen, kontextabhängigen Lernprozessen aufgeführt.

Zum Schluss werden die explorativen Analysen von Zusammenhängen zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und den Veränderungen der körperlichen und psychischen Befindlichkeit im Versuchsverlauf bzw. der Geruchsverarbeitung (Wahrnehmungsschärfe und CSEKP Komponenten) vorgestellt.

5.1 Einschätzung der Geruchsqualität

Bei dem Vergleich der wahrgenommenen Angenehmheit und Unangenehmheit von IBA zeigten sich signifikante Effekte [Angenehmheit: $F(2, 44) = 4,36$; $p = 0,019$; Unangenehmheit: $F(2, 44) = 4,47$; $p = 0,017$]. Die Teilnehmerinnen der pb-Gruppe bewerten den Duft als angenehmer als die der nb-Gruppe [$t(28) = -3,15$; $p = 0,002$ (einseitig)] und tendenziell auch als die k-Gruppe [$t(28) = 1,68$; $p = 0,052$ (einseitig)]. Außerdem bewerten die Teilnehmerinnen der nb-Gruppe den Duft als unangenehmer als die Vpn der pb-Gruppe [$t(28) = 3,14$; $p = 0,002$ (einseitig)] und auch als die der k-Gruppe [$t(28) = 1,79$; $p = 0,042$ (einseitig)].

Die Einschätzungen der Bekanntheit des Duftes unterscheiden sich nicht zwischen den Experimentalgruppen [$F(2, 42) = 1,21$; $p = 0,309$]. Abbildung 5.1 stellt die Ergebnisse dar.

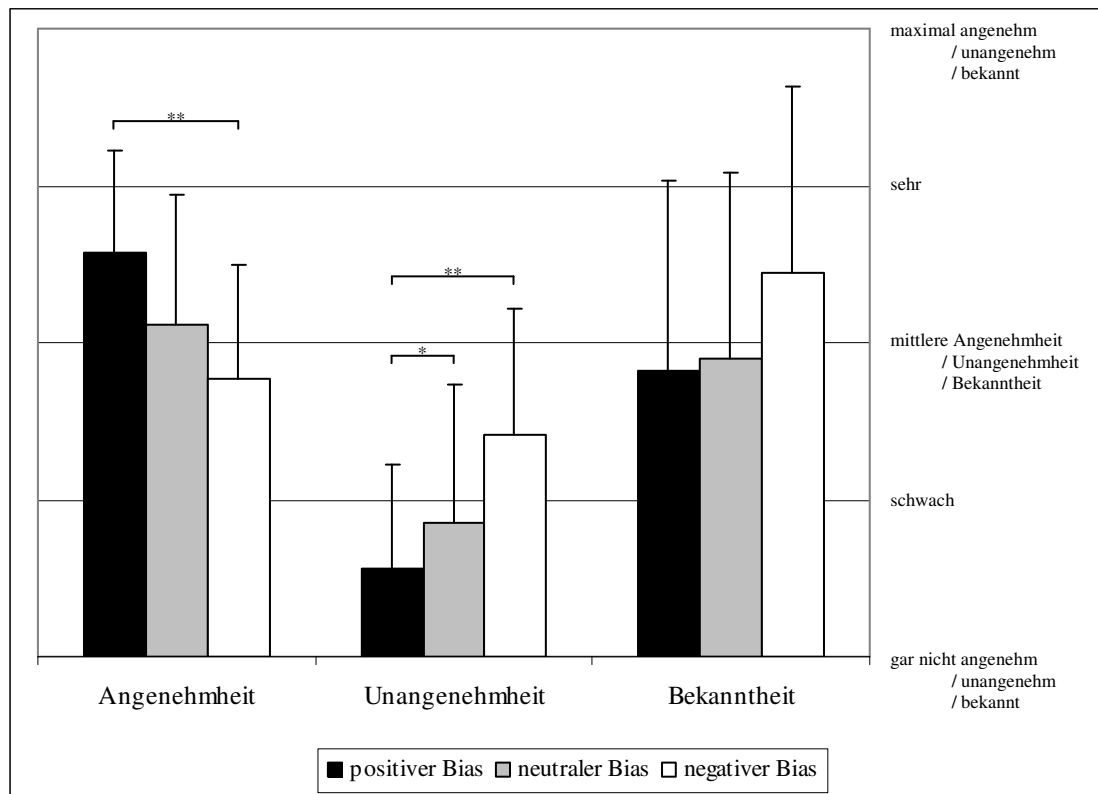


Abbildung 5.1: Mittelwerte und Standardabweichungen der Duftbewertungen im Abhängigkeit vom kognitiven Wahrnehmungskontext, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Tabelle 5.1 stellt die Ergebnisse der Duftbeschreibungen mit der Deskriptorenliste unter Berücksichtigung der von Dravnieks et al. (1984) vorgeschlagenen Deskriptoren dar. Diese sind hinsichtlich der Kodierungshäufigkeit für jede Gruppe absteigend geordnet. Zur Übersichtlichkeit werden nur solche Deskriptoren in der Tabelle aufgeführt, die mindestens von drei Vpn der jeweiligen Experimentalgruppe kodiert wurden. Die vollständige Tabelle findet sich im Anhang. Es ist zu erkennen, dass der Duft in der pb-Gruppe hauptsächlich mit positiven Deskriptoren beschrieben wird. Für die in der Tabelle 5.1 dargestellte Auswahl in dieser Gruppe sind 62 der verwendeten Deskriptoren positiver und lediglich 10 negativer Valenz, wobei die ersten acht Plätze der häufigsten Nennungen von Deskriptoren positiver Valenz belegt sind. Die nb-Gruppe unterscheidet sich deutlich. Hier werden lediglich 40 Deskriptoren positiver aber 33 negativer Valenz kodiert, wobei die ersten beiden Plätze der häufigsten Kodierungen mit negativen Deskriptoren belegt sind. In der Kontrollgruppe werden 40 positive und 21 negative Deskriptoren zur Duftbeschreibung verwendet. Hinsichtlich der Rangreihe der häufigsten Nennung findet sich hier eine Mischung zwischen positiver und negativer Valenz.

Tabelle 5.1: Kodierungshäufigkeit (Σ) der Deskriptoren nach Dravnieks et al. (1984) in den drei Bias-Bedingungen einschließlich der jeweiligen hedonische Tönung

Positiver Bias		Neutraler Bias		Negativer Bias	
Deskriptoren	Σ	Deskriptoren	Σ	Deskriptoren	Σ
aromatisch (+1,41)	8	medizinisch (-0,89)	9	medizinisch (-0,89)	8
Eukalyptus (+0,99)	8	Eukalyptus (+0,99)	6	chemisch (-1,64)	7
Pfefferminz, minzig (+2,5)	8	chemisch (-1,64)	5	aromatisch (+1,41)	6
holzig, harzig (+0,94)	6	aromatisch (+1,41)	4	Pfefferminz, minzig (+2,5)	6
Zedernholz (+2,11)	5	Desinfektionsmittel (-1,60)	4	Desinfektionsmittel (-1,60)	6
Weihrauch (+1,01)	4	Reinigungsmittel, Putzmittel (+1,18)	4	Eukalyptus (+0,99)	4
würzig (+1,99)	4	süß (+2,03)	4	holzig, harzig (+0,94)	4
Tee (+1,40)	4	Baumrinde, Birkenrinde (+1,18)	3	Baumrinde, Birkenrinde (+1,18)	3
medizinisch (-0,89)	3	warm (+0,78)	3	warm (+0,78)	3
Baumrinde, Birkenrinde (+1,18)	3	seifig (+0,96)	3	würzig (+1,99)	3
warm (+0,78)	3	Rosen (+3,08)	3	Reinigungsmittel, Putzmittel (+1,18)	3
Lavendel (+2,25)	3			Nagellackentferner (-0,81)	3
duftend (+2,52)	3			Benzin / Lösungsmittel (-1,16)	3
				Alkoholisch (-0,47)	3
				Terpentin (-0,73)	3

Von den insgesamt 143 zur Verfügung gestellten Deskriptoren wurden in der pb-Gruppe 39, in der k-Gruppe 41 und in der nb-Gruppe 49 Deskriptoren mindestens ein Mal verwendet. Die Untersuchung der absoluten Kodierungshäufigkeiten ergab, dass in der nb-Gruppe insgesamt 107 Kodierungen gesetzt wurden. In der pb-Gruppe waren es 97 und in der k-Gruppe lediglich 88.

Tabelle 5.2 zeigt die Kodierungshäufigkeiten der zusätzlich eingefügten trigeminalen Beschreibungen in den drei Experimentalgruppen. Hier ist zu erkennen, dass in der nb-Gruppe dem Duft häufiger trigeminale Eigenschaften zugesprochen wurden als in der k- oder pb-Gruppe.

Tabelle 5.2: Kodierungshäufigkeit der trigeminalen Deskriptoren in den drei Bias-Bedingungen Kodierungshäufigkeit

trigeminale Deskriptoren	Kodierungshäufigkeit		
	Positiver Bias	Neutraler Bias	Negativer Bias
kühl / kühlend	1	1	5
stechend, beißend, ätzend	1	2	3
brennend	0	1	2
prickelnd	1	0	0
----- gesamt	3	4	10

Zusammenfassung: Einschätzung der Geruchsqualität

Der kWk beeinflusst Einschätzung der Geruchsqualität. Die Ergebnisse bestätigen die aufgestellten Hypothesen. IBA wird von den Vpn der pb-Gruppe als angenehmer wahrgenommen als von denen der nb-Gruppe und tendenziell auch als von denen der k-Gruppe. IBA wird außerdem von den Vpn der nb-Gruppe als unangenehmer wahrgenommen als von den Teilnehmerinnen der pb-Gruppe und auch als von denen der k-Gruppe. Die Wahrnehmung der Bekanntheit des Duftes wird durch den kWk nicht beeinflusst.

Die Auswirkungen des kWk auf die wahrgenommene Geruchsqualität zeigen sich ebenfalls bei der Analyse der zur Beschreibung des Duftes verwendeten Deskriptoren. In der nb-Gruppe werden im Vergleich zu den anderen Gruppen die meisten Deskriptoren negativer Valenz verwendet, während der überwiegende Anteil in der pb-Gruppe positiver Valenz ist. Außerdem ordnen die Teilnehmerinnen der nb-Gruppe dem Duft die meisten trigeminalen Deskriptoren zu.

5.2 Intensitätswahrnehmung

Die statistische Analyse der mittleren Intensitätseinschätzungen bei wiederholter Duftpräsentation zeigte keine Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen [$F(2, 44) = 0,62$; $p = 0,544$; pb-nb: $t(28) = 0,95$; $p = 0,353$ (zweiseitig); pb-k: $t(28) = 0,02$; $p = 0,981$ (zweiseitig); nb-k: $t(28) = -1,15$; $p = 0,259$ (zweiseitig)]. Abbildung 5.2 stellt den zeitlichen Verlauf der 60 Intensitäts-Einschätzungen während der zwanzigminütigen Datenerhebungsphase dar. Es lassen sich keine regelhaften Veränderungen der wahrgenommenen Intensität erkennen. Auch die Intensitätseinschätzungen im initialen Dufrating unterscheiden sich nicht zwischen den Gruppen [pb: $M = 277,93$, $SD = 122,07$; k: $M = 258,67$, $SD = 76,69$; nb: $M = 269,27$, $SD = 68,03$; $F(2, 42) = 0,165$; $p = 0,849$].

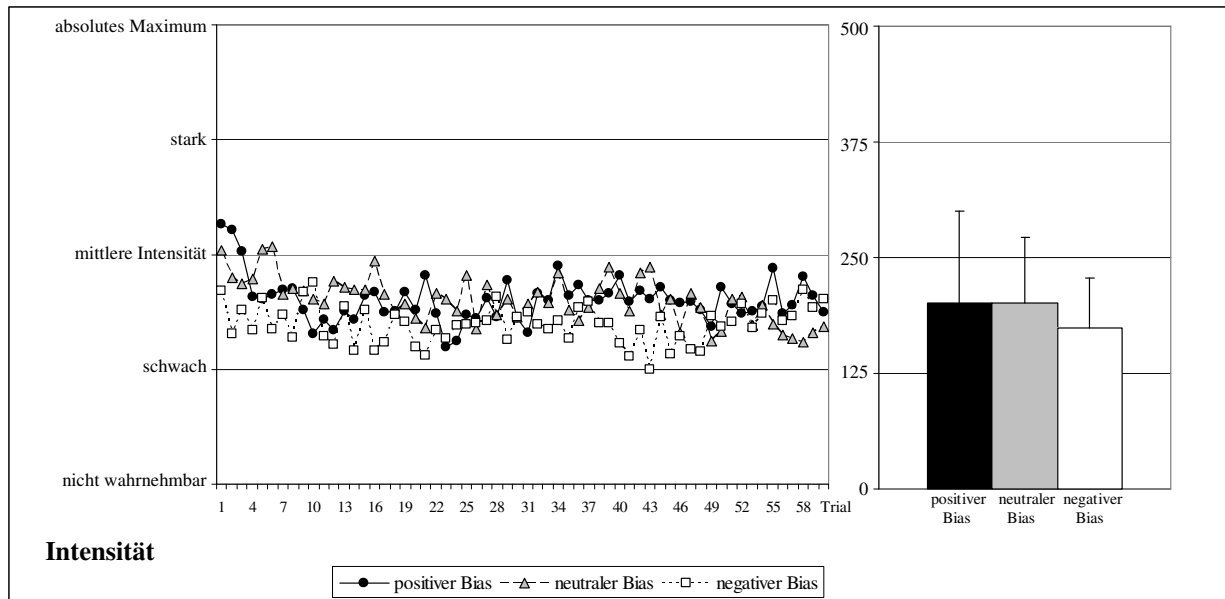


Abbildung 5.2: Intensitätseinschätzungen im Zeitverlauf gemittelt über 60 Trials (links); Mittelwerte und Standardabweichungen der Intensitätseinschätzungen gemittelt über jede Vpn (rechts).

Zusammenfassung: Intensitätswahrnehmung

Der kWk hat keinen Einfluss auf die wahrgenommene Intensität. Die aufgestellte Hypothese wird verworfen. Die Intensitätseinschätzungen werden bei wiederholter Duftpräsentation durch den kWk nicht beeinflusst. Weder wird IBA in einem negativen kWk als intensiver wahrgenommen, noch verringert sich die wahrgenommene Intensität in einem positiven kWk.

5.3 Wahrnehmungsschärfe

Die statistische Auswertung der Werte des Ws-Tests ergab weder einen Haupteffekt für den MZP [$F(1, 42) = 0,67; p = 0,418$] noch ein Interaktionseffekt mit dem Faktor Bias [Bias \times MZP: $F(2, 42) = 1,12; p = 0,336$]. Abbildung 5.3 veranschaulicht die Ergebnisse.

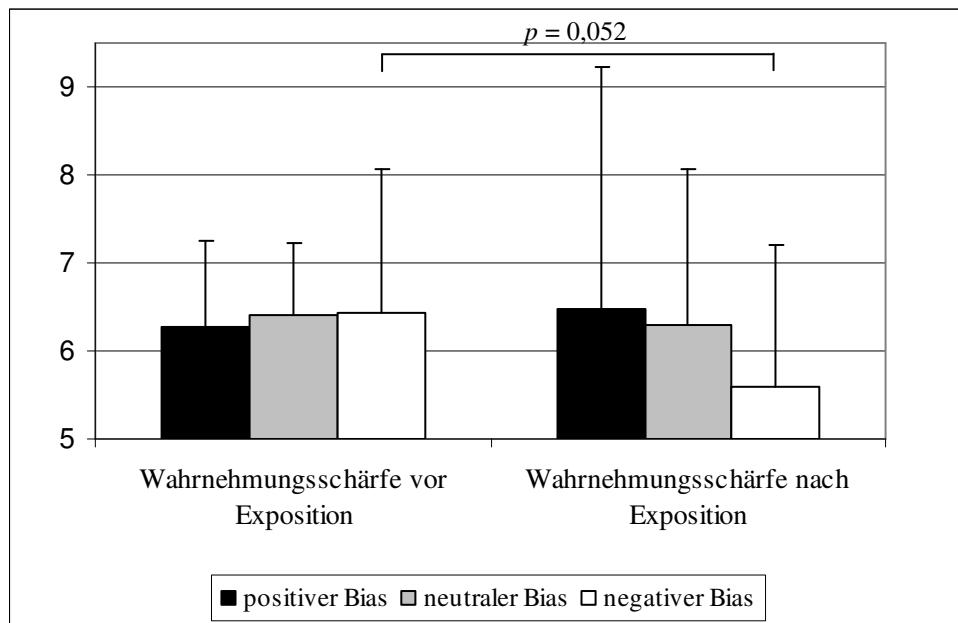


Abbildung 5.3: Mittlere Wahrnehmungsschärfe und Standardabweichungen für IBA vor und nach dem Experimenterteil für die negative, neutrale und positive Bias-Bedingung

Hypothesen generierend wurde wegen des augenscheinlichen Effektes innerhalb der nb-Gruppe ein Vergleich der Wahrnehmungsschwelle vor der wiederholten Duftpräsentation zu der danach berechnet. Es zeigte sich tendenziell, dass selektiv unter der negativen Bias-Bedingung die Wahrnehmungsschärfe im Laufe des Versuch abnahm [$t(14) = 2,12$; $p = 0,052$ (zweiseitig)] während sich bei den anderen Bias-Bedingungen eine solche Veränderung nicht zeigen ließ [pb: $t(14) = -0,32$; $p = 0,753$ (zweiseitig); k: $t(14) = 0,23$; $p = 0,820$ (zweiseitig)]. Die Vergrößerung der Varianzen in der pb-Gruppe zum zweiten Messzeitpunkt ist auf einen Ausreißer (Schwellenwert = 15,25) zurückzuführen. Abbildung 5.4 zeigt die Wahrnehmungsschärfe aller Vpn zu beiden MZP. In der pb-Gruppe nimmt die gemessene Wahrnehmungsschärfe in 5 Fällen zu, bleibt einmal gleich und nimmt in 9 Fällen ab. In der k-Gruppe nimmt sie in 6 Fällen zu, bleibt 2-mal gleich und nimmt in 7 Fällen ab. In der nb-Gruppe konnte eine zum zweiten MZP reduzierte Wahrnehmungsschärfe bei 11 von 15 Personen dargestellt werden. Die restlichen 4 Personen dieser Gruppe zeigen eine zum zweiten MZP gesteigerte Wahrnehmungsschärfe.

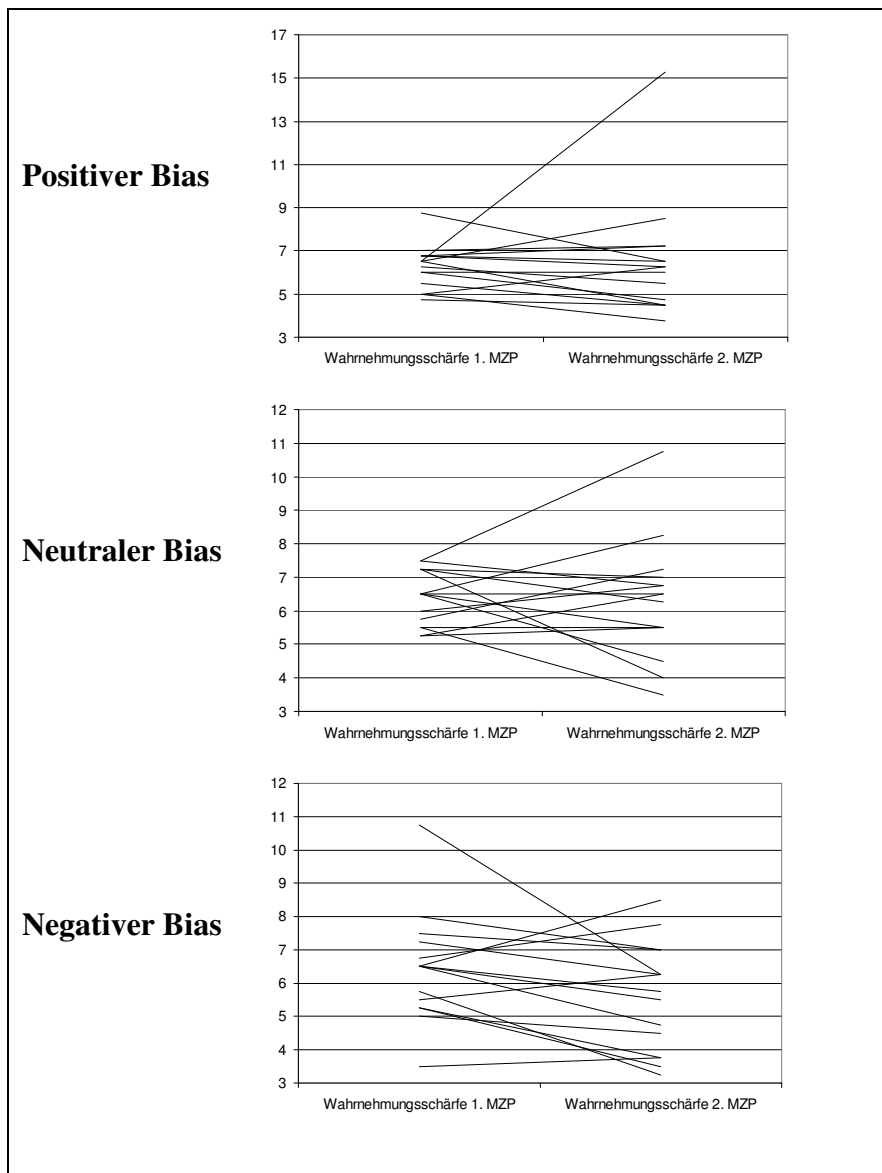


Abbildung 5.4: Wahrnehmungsschärfen aller Vpn an zwei MZP

Zusammenfassung: Wahrnehmungsschärfe

Die Ergebnisse stützen die angenommene Gültigkeit der Null-Hypothesen. Die Wahrnehmungsschärfe für IBA unterscheidet sich weder zum ersten noch zum zweiten MZP zwischen den Gruppen. Allerdings wurde ein tendenzieller Effekt in der nb-Gruppe gefunden. Nur in dieser Gruppe reduzierte sich die Wahrnehmungsschärfe im Laufe des Versuchs vom ersten zum zweiten MZP.

5.4 Emotionale Reaktion auf den Duftreiz

Bei der Untersuchung der mittleren Valenz-Ratings (SAM) zeigte sich ein signifikanter Effekt [$F(2, 44) = 5,51; p = 0,007$]. Die Vpn in der pb-Bedingung fühlen sich in Reaktion auf den Duft am wohlsten. Dies zeigte sich im Vergleich zu den Einschätzungen der nb-Gruppe [$t(28)$]

= 3,17; $p = 0,002$ (einseitig)] und auch zu denen der k-Gruppe [$t(28) = 2,35$; $p = 0,013$ (einseitig)]. Die Valenz-Ratings der k- und nb-Gruppe unterscheiden sich statistisch nicht [$t(28) = -0,99$; $p = 0,331$ (zweiseitig)]. Abbildung 5.5 zeigt den zeitlichen Verlauf der Valenz-Ratings. Hier ist zu erkennen, dass sich die Einschätzungen der Bias-Gruppen im Versuchsverlauf auseinander entwickeln. Während sich die Teilnehmerinnen der pb-Gruppe über den Versuch in Reaktion auf den Duftreiz immer wohler fühlen, verschlechtert sich in der nb-Gruppe die affektive Reaktion auf den geruchlichen Stimulus. Die Valenz-Einschätzungen der k-Gruppe vermindern sich im Versuchsverlauf nur wenig.

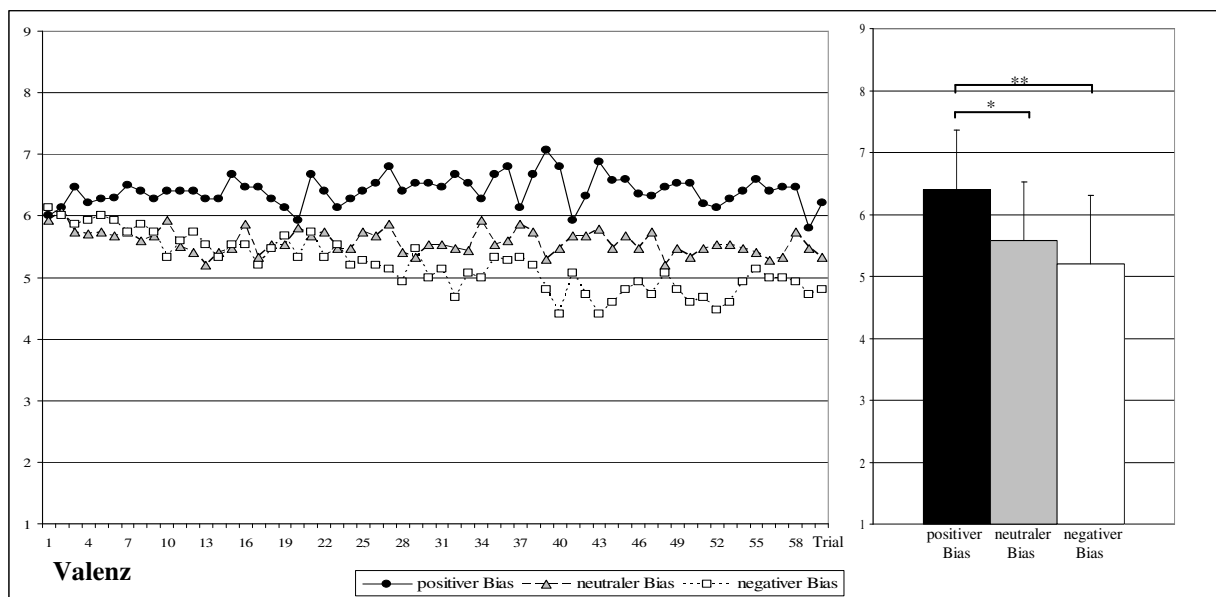


Abbildung 5.5: Valenz-Einschätzungen mit dem SAM im Zeitverlauf gemittelt über 60 Trials (links); Mittelwerte und Standardabweichungen der Valenz-Einschätzung gemittelt über jede Vpn (rechts), * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Die Auswertung der SAM-Ratings zu der in Reaktion auf den Duft erlebten Dominanz ergab, dass sich die Vpn der pb-Gruppe dominanter fühlen als die der nb-Gruppe [$t(28) = 2,07$; $p = 0,024$ (einseitig); Abbildung 5.6]. Darüber hinaus zeigen sich keine weiteren signifikanten Gruppenunterschiede [pb-k: $t(28) = 0,84$; $p = 0,408$ (zweiseitig), nb-k: $t(28) = -1,03$; $p = 0,310$ (zweiseitig), $F(2, 44) = 1,89$; $p = 0,164$]. Der Verlauf der Ratings zeigt, dass sich die Dominanz in der nb-Gruppe über die Zeit leicht reduziert, während sie bei den anderen Experimentalgruppen relativ konstant bleibt.

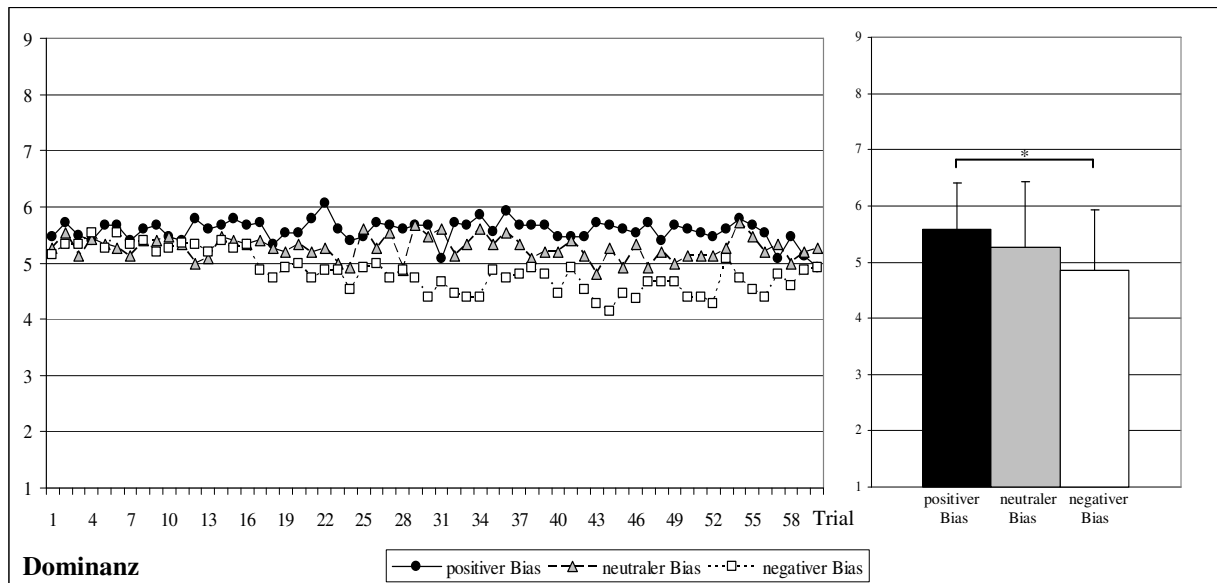


Abbildung 5.6: Dominanz-Einschätzungen mit dem SAM im Zeitverlauf gemittelt über 60 Trials (links); Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren Dominanz-Einschätzung jeder Vpn (rechts), * $p < 0,05$.

Hinsichtlich des subjektiv erlebten mittleren Erregungsniveaus in Reaktion auf den Duft (SAM-Arousal) zeigte sich ein signifikanter Effekt [$F(2, 42) = 3,63$; $p = 0,035$]. Angeschlossene Gruppenvergleiche zeigten, dass sich die Vpn der pb-Gruppe in Reaktion auf den Duft weniger erregt fühlen als die der kb-Gruppe [$t(28) = -2,74$; $p = 0,011$ (zweiseitig)] während sich die Ratings der anderen Vergleiche nicht unterscheiden [k-nb: $t(28) = -1,52$; $p = 0,139$ (zweiseitig); pb-nb: $t(28) = -1,21$; $p = 0,236$ (zweiseitig); Abbildung 5.7). Der Verlauf zeigt, dass sich das berichtete Erregungsniveau der pb-Gruppe deutlich und das der nb-Gruppe weniger ausgeprägt über die Zeit reduziert, während das der k-Gruppe konstant bleibt.

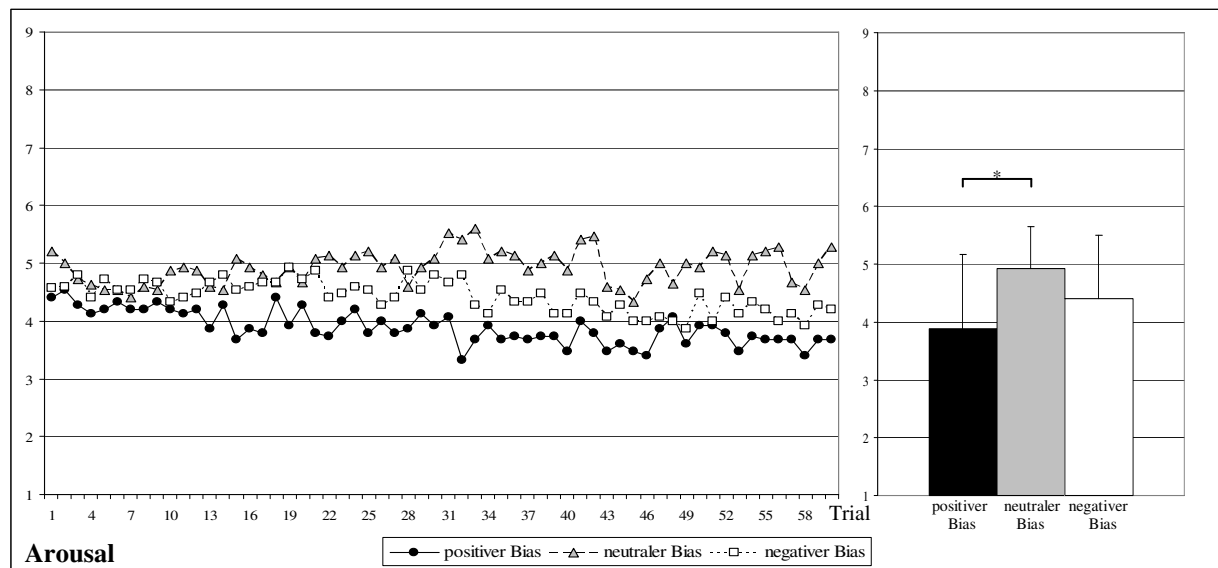


Abbildung 5.7: Arousal-Einschätzungen mit dem SAM im Zeitverlauf gemittelt über 60 Trials (links); Mittelwerte und Standardabweichungen der Arousal-Einschätzung gemittelt über jede Vpn (rechts), * $p < 0,05$.

Zusammenfassung: Emotionale Reaktion auf den Duftreiz

Der kWk beeinflusst die emotionale Reaktion auf einen Duftreiz. Die aufgestellten Hypothesen werden zum größten Teil bestätigt. Die Valenz-Ratings der pb-Gruppe in Reaktion auf den Duft sind größer als die der nb-Gruppe und auch als die der k-Gruppe. Auch die Dominanz-Ratings in Reaktion auf den Duft sind in der pb-Gruppe größer als in der nb-Gruppe. Hinsichtlich des erlebten Erregungsniveaus unterscheiden sich die Vpn der pb- und k-Gruppe. Die Teilnehmerinnen der k-Gruppe fühlen sich in Reaktion auf den Duft signifikant erregter als die der pb-Gruppe. Das von der nb-Gruppe berichtete Erregungsniveau liegt deskriptiv ebenfalls unter dem der k-Gruppe. Die beschriebenen Gruppenunterschiede entwickeln sich über die Zeit.

5.5 Körperliche und psychische Befindlichkeit

Zur Untersuchung des Einflusses von Düften auf die körperliche und psychische Befindlichkeit in Abhängigkeit vom kWk wurden die Maße, welche zu Beginn des Versuchs noch vor Einführung des kWk erhoben wurden, mit den im Anschluss an die wiederholte Duftpräsentation beschriebenen verglichen.

5.5.1 Allgemeine körperliche Beschwerden

Bei der statistischen Auswertung der BL wurden die normierten Stanine-Werte zu Grunde gelegt. Es zeigte sich kein Haupteffekt für den Faktor Messzeitpunkt [$F(1, 42) = 0,99$; $p =$

0,325], aber ein signifikanter Interaktionseffekt der Faktoren Messzeitpunkt und Bias [MZP \times Bias $F(2, 42) = 6,94$; $p = 0,002$]. Innerhalb des ersten Messzeitpunktes unterscheiden sich die Gruppen nicht hinsichtlich der berichteten Beschwerden [Bias innerhalb MZP 1: $F(2, 42) = 0,21$; $p = 0,814$]. Nach der wiederholten Duftpräsentation jedoch ergaben sich signifikante Gruppenunterschiede [Bias innerhalb MZP 2: $F(2, 42) = 5,15$; $p = 0,010$]. Die Vpn der nb-Gruppe berichten im Anschluss an die wiederholte Duftpräsentation mehr Beschwerden als die der pb-Gruppe [$t(28) = 3,03$; $p = 0,003$ (einseitig)] und auch als die der k-Gruppe [$t(28) = 2,24$; $p = 0,017$ (einseitig)] während sich die berichteten Beschwerden der k- und pb-Gruppe auch zum zweiten MZP gleichen [$t(28) = -0,47$; $p = 0,644$ (zweiseitig)]. Abbildung 5.8 stellt diese Effekte graphisch dar.

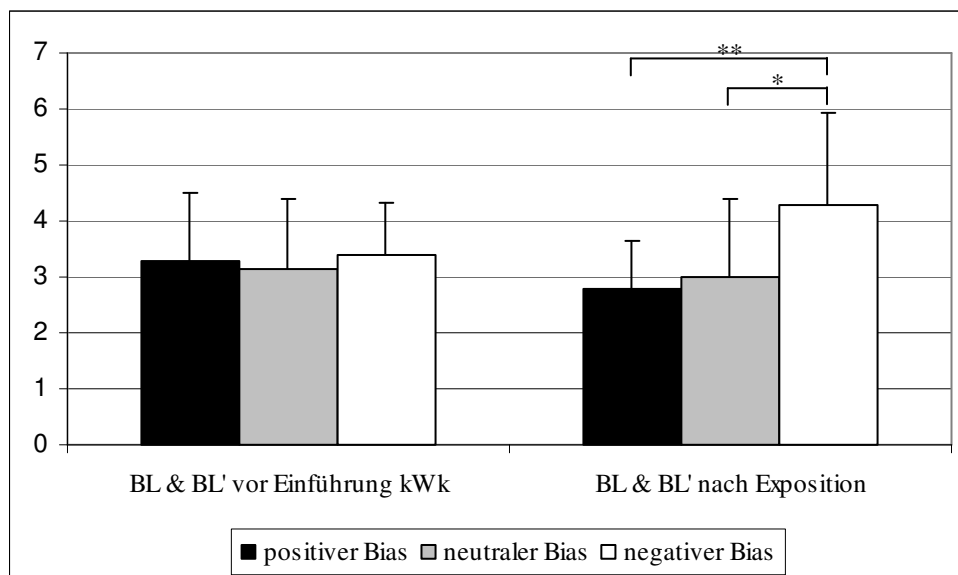


Abbildung 5.8: Mittlere Stanine-Werte und Standardabweichungen in de BL vor Einführung des kWk und nach der wiederholten Duftpräsentation für die nb-, k- und nb-Gruppe, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

5.5.2 Körperliche Symptome

Tabelle 5.6 gibt einen Überblick über die deskriptiven Daten der k-SL. Zur Ermittlung besonders differenzierender, veränderungssensitiver Items wurden alle Items explorativ innerhalb der Gruppen einzeln über T-Test für abhängige Stichproben über die MZP verglichen. Signifikante Ergebnisse [$p < 0,05$ (zweiseitig)] zeigten sich hauptsächlich für die nb-Gruppe. Differenzierende Items waren in dieser Gruppe gute Durchblutung [$t(14) = 2,45$; $p = 0,028$], Reizung des Rachens [$t(14) = -2,54$; $p = 0,023$], unklarer Blick [$t(14) = -3,31$; $p = 0,005$], Ermüdung der Augen [$t(14) = -3,76$; $p = 0,002$], Trägheit [$t(14) = -5,04$; $p < 0,001$], Schläfrigkeit [$t(13) = -3,17$; $p = 0,007$], Benommenheit [$t(14) = -3,08$; $p = 0,008$], Schlechter Geschmack im Mund [$t(14) = -2,98$; $p = 0,010$] und Reizung der Augen [$t(14) = -2,31$; $p = 0,037$], die alle

eine Zunahme körperlicher Symptome belegt. In der k-Gruppe zeigten sich markante Verschlechterungen der körperlichen Befindlichkeit bei den Items Konzentrationsfähigkeit [$t(14) = 2,47$; $p = 0,027$], entspannte, gelöste Muskulatur [$t(14) = 2,45$; $p = 0,028$] und Ermüdung der Augen [$t(14) = -3,11$; $p = 0,008$]. Bei den Vpn der pb-Gruppe wurden zwei auffällige Items gefunden. Die Vpn zeigten eine Zunahme von Reizungen der Augen [$t(14) = -2,17$; $p = 0,048$], während sich in dieser Gruppe das eigenartige Gefühl im Magen reduzierte [$t(14) = 2,26$; $p = 0,041$].

Tabelle 5.6: Mittelwerte und Standardabweichungen der Items der k-SL vor Einführung des jeweiligen Bias und nach Exposition. Pfeile markieren auffällige Veränderungen

			Positiver Bias		Neutraler Bias		Negativer Bias	
			vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher
Untergruppe Wohlbefinden	Gute Durchblutung	M	4,71	4,60	3,93	4,07	4,73	↓ 3,93
		(SD)	(0,91)	(0,91)	(1,03)	(0,96)	(0,70)	↓ (0,88)
	Körperliches Wohlbefinden	M	4,40	4,57	4,60	4,07	4,47	3,86
		(SD)	(0,91)	(0,94)	(0,83)	(1,44)	(0,83)	(1,03)
	Ruhige, gleichmäßige Atmung	M	4,73	4,93	4,87	4,53	4,80	4,60
		(SD)	(1,10)	(0,88)	(0,83)	(1,30)	(1,14)	(1,18)
	Konzentrationsfähigkeit	M	4,47	4,07	4,67	↓ 4,00	4,40	3,21
		(SD)	(0,74)	(1,39)	(0,82)	↓ (1,13)	(1,45)	(1,81)
Entspannte, gelöste Muskulatur	M	4,33	4,50	4,47	↓ 3,67	4,33	3,53	
	(SD)	(0,90)	(0,86)	(1,19)	↓ (1,29)	(1,05)	(1,51)	
schlechte Durchblut. Körperteile (invers)	M	5,6	5,57	5,27	5,13	5,63	4,73	
	(SD)	(0,83)	(0,85)	(1,28)	(1,25)	(0,63)	(1,67)	
Ruhiger, gleichmäßiger Puls	M	4,07	4,60	4,67	4,53	4,07	4,07	
	(SD)	(1,44)	(0,74)	(0,90)	(1,19)	(1,22)	(1,62)	
Untergruppe chemosensorische Irritationen	Reizung des Rachen	M	0,73	0,73	0,40	0,33	0,47	↑ 1,53
		(SD)	(1,16)	(1,10)	(0,63)	(1,05)	(0,92)	↑ (1,85)
	Husten	M	0,80	1,07	0,40	0,57	0,13	0,47
		(SD)	(1,37)	(1,71)	(0,51)	(1,34)	(0,35)	(0,74)
	Unklarer Blick	M	0,73	0,73	0,20	0,64	0,13	↑ 1,53
		(SD)	(1,28)	(1,39)	(0,41)	(1,08)	(0,35)	↑ (1,69)
	Ermüdung der Augen	M	1,87	2,36	1,27	↑ 2,20	1,20	↑ 2,87
		(SD)	(1,46)	(1,50)	(1,16)	↑ (1,21)	(1,27)	↑ (1,6)
	Druck auf der Brust	M	0,27	0,13	0,13	0,27	0,27	0,80
		(SD)	(0,59)	(0,35)	(0,35)	(0,46)	(0,8)	(1,57)
	Eigenartiges Gefühl im Magen	M	0,93	↓ 0,13	0,2	0,27	1,27	0,40
		(SD)	(1,22)	↓ (0,35)	(0,41)	(0,46)	(1,71)	(1,3)
	Trägheit	M	0,80	1,20	0,53	0,87	0,47	↑ 2,4
		(SD)	(1,08)	(1,57)	(0,52)	(0,99)	(0,64)	↑ (1,55)
	Schwindel	M	0,07	0,20	0,07	0,53	0,33	1,36
		(SD)	(0,26)	(0,41)	(0,26)	(1,13)	(0,62)	(2,17)
Schläfrigkeit	M	1,47	1,60	1,00	1,13	0,93	↑ 2,14	
	(SD)	(1,36)	(1,6)	(1,00)	(0,99)	(0,88)	↑ (1,23)	
Schwierigkeiten beim Atmen	M	0,07	0,07	0,20	0,40	0,07	0,60	
	(SD)	(0,27)	(0,26)	(0,56)	(1,06)	(0,26)	(1,3)	
Übelkeit	M	0,07	0,00	0,00	0,13	0,47	0,27	
	(SD)	(0,26)	(0,00)	(0,00)	(0,52)	(0,92)	(1,03)	
Benommenheit	M	0,14	0,33	0,20	0,47	0,07	↑ 1,73	
	(SD)	(0,54)	(0,72)	(0,78)	(1,06)	(0,26)	↑ (2,22)	
Schlechter Geschmack im Mund	M	0,20	0,13	(0,13)	0,33	0,07	↑ 1,13	
	(SD)	(0,41)	(0,35)	0,35	(0,90)	(0,26)	↑ (1,30)	
Reizung der Nase	M	0,80	0,53	0,80	0,60	0,67	1,60	
	(SD)	(1,21)	(1,06)	(1,32)	(1,35)	(0,90)	(2,06)	
Reizung der Augen	M	0,60	↑ 1,07	0,47	0,60	0,80	↑ 1,87	
	(SD)	(1,12)	↑ (1,03)	(0,74)	(0,74)	(1,01)	↑ (1,6)	

Die weitere statistische Auswertung wird im Folgenden für die entsprechend Abschnitt 4.2.3.9 gebildeten Untergruppen Wb und csI behandelt. Personen mit fehlenden Werten in den Untergruppen bei einem der Messzeitpunkte wurden von den betreffenden Berechnungen ausgeschlossen.

5.5.2.1 Körperliches Wohlbefinden

Hinsichtlich des Wohlbefindens zeigte sich ein tendenziell signifikanter Haupteffekt [$F(1, 37) = 3,91$; $p = 0,055$]. Demnach reduziert sich das berichtete Wohlbefinden im Versuchsverlauf von der Messung vor Einführung der Bias-Bedingungen ($M = 4,63$, $SD = 0,70$) zu der Messung nach der Exposition ($M = 4,37$, $SD = 0,74$). Darüber hinaus zeigt sich jedoch kein Interaktionseffekt [Bias \times MZP: $F(2, 37) = 1,59$; $p = 0,217$]. Die geplanten Vergleiche für den zweiten MZP aber ergeben, dass das berichtete Wohlbefinden in der pb-Gruppe signifikant höher ist als das in der nb-Gruppe [$t(23) = -1,95$; $p = 0,032$ (einseitig)] und auch tendenziell als das in der k-Gruppe [$t(25) = 1,32$; $p = 0,099$ (einseitig)], während sich das angegebene Wohlbefinden zwischen der nb- und k-Gruppe [$t(23) = -0,41$; $p = 0,344$ (einseitig)] nicht unterscheidet. Abbildung 5.9 stellt die Ergebnisse graphisch dar.

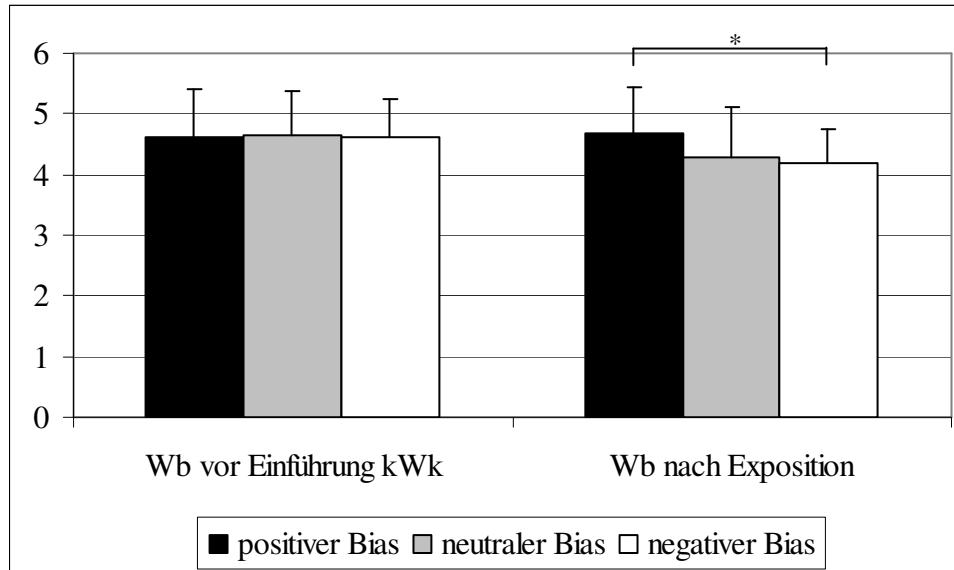


Abbildung 5.9: Mittelwerte und Standardabweichungen der Untergruppe Wohlbefinden (k-SL) vor Einführung des kWk und nach dem Experimenterteil für die nb-, k- und nb-Gruppe, * $p < 0,05$

5.5.2.2 Chemosensorische Irritationen

Bei der statistischen Analyse der csI ergab sich ein signifikanter Haupteffekt [$F(1, 35) = 10,72$; $p = 0,002$]. Demnach nehmen die csI im Versuchsverlauf zu (vor Bias-Einführung: $M = 0,55$, $SD = 0,39$, nach der Exposition: $M = 0,90$, $SD = 0,74$). Außerdem zeigt sich ein signifi-

kanter Interaktionseffekt [Bias \times MZP: $F(2,35) = 5,00$; $p = 0,012$]. Innerhalb des ersten MZP unterschieden sich die Gruppen nicht hinsichtlich der Ausprägung der csI [$F(2, 35) = 1,56$; $p = 0,224$]. Zum zweiten MZP jedoch ergibt sich ein signifikanter Effekt [$F(2, 35) = 3,36$; $p = 0,046$]. Angeschlossene Einzelvergleiche ergeben, dass die Vpn der nb-Gruppe nach der wiederholten Duftpräsentation signifikant mehr csI berichten als die der pb- [$t(23) = 1,82$; $p = 0,041$ (einseitig)] und auch als die der k-Gruppe [$t(24) = 2,16$; $p = 0,021$ (einseitig)]. Die csI der pb- und k-Gruppe unterscheiden sich auch zum zweiten MZP nicht [$t(23) = 23$; $p = 0,662$ (zweiseitig)]. Abbildung 5.10 stellt die Ergebnisse graphisch dar.

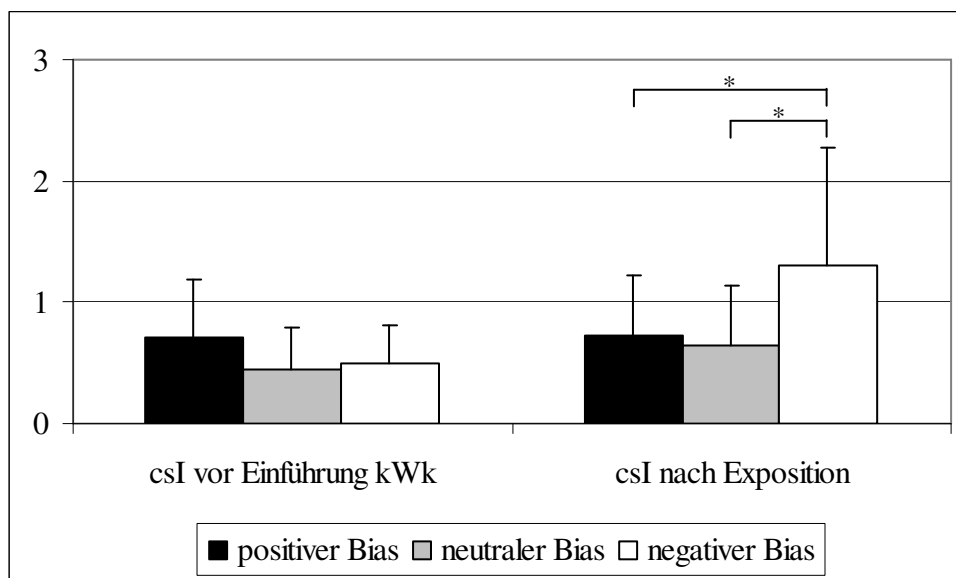


Abbildung 5.10: Mittelwerte und Standardabweichungen der Untergruppe chemosensorische Irritationen (k-SL) vor Einführung des kWk und nach dem Experimentalteil für die nb-, k- und nb-Gruppe, * $p < 0,05$

5.2.3 Psychische Befindlichkeit

Zur Überprüfung der Beeinflussung der allgemeinen, psychischen Befindlichkeit in den Experimentalgruppen durch die wiederholte Duftpräsentation wurden die Einschätzungen des SAM-Fragebogen (Papierversion) analysiert. Für die Valenz-Ratings zeigt sich kein Haupteffekt des Faktors Messzeitpunkt beim Vergleich der Ratings vor der Einführung der jeweiligen Bias-Bedingung zu denen nach der Exposition [$F(1, 42) = 2,31$; $p = 0,136$], aber ein Interaktionseffekt der Faktoren Messzeitpunkt und Bias [MZP \times Bias: $F(2, 42) = 9,11$; $p = 0,001$]. Während sich vor Einführung des kWk (t_0) die angegebene Valenz zwischen den Gruppen nicht unterscheidet [Bias innerhalb MZP 1: $F(2, 42) = 1,80$; $p = 0,179$], ergibt sich ein signifikanter Effekt für die Messung nach der Exposition [Bias innerhalb MZP 2: $F(2, 42) = 6,60$; $p = 0,003$]. Angeschlossene T-Test ergeben, dass sich im Anschluss an die Exposition die Vpn der pb-Bedingung signifikant glücklicher / zufriedener / optimistischer fühlen als diejenigen

der nb-Bedingung [$t(28) = -3,69$; $p < 0,001$ (einseitig)] und auch als die der k-Bedingung [$t(28) = 2,51$; $p = 0,009$ (einseitig)]. Die Valenz-Ratings der nb- und k-Gruppe unterscheiden sich auch nach der Exposition nicht voneinander [$t(28) = -1,27$; $p = 0,108$ (einseitig)].

Bei der statistischen Analyse der Dominanz-Ratings zeigt sich weder ein Haupteffekt des Faktors Messzeitpunkt [$F(1, 42) = 0,22$; $p = 0,644$] noch ein signifikanter Interaktionseffekt der Faktoren Messzeitpunkt und Gruppe [$F(2, 42) = 110$; $p = 0,342$]. Die geplanten Vergleiche ergeben, dass sich die Vpn der pb-Gruppe nach der Exposition tendenziell dominanter fühlen als die der nb-Gruppe [$t(28) = -1,63$; $p = 0,058$ (einseitig)]. Die Ratings der k- und pb-Gruppe [$t(28) = 0,63$; $p = 0,268$ (einseitig)] wie auch die der k- und nb-Gruppe [$t(28) = -0,79$; $p = 0,218$ (einseitig)] unterscheiden sich auch nach der Exposition nicht.

Bei der Untersuchung der Arousal-Ratings ergibt sich ein Haupteffekt des Faktors Messzeitpunkt beim Vergleich der Ratings vor der Einführung der jeweiligen Bias-Bedingung zu denen nach der Exposition [$F(1, 42) = 16,55$; $p < 0,001$]. Demnach fühlen die Vpn vor dem Versuch erregter ($M = 5,38$, $SD = 1,34$) als danach ($M = 4,07$, $SD = 2,07$). Außerdem zeigt sich ein Interaktionseffekt der Faktoren Messzeitpunkt und Bias [MZP \times Bias: $F(2, 42) = 8,92$; $p = 0,001$]. Innerhalb des ersten MZP findet sich ein tendenzieller Effekt [Bias innerhalb MZP 1: $F(2, 42) = 3,12$; $p = 0,054$]. Die Einzelvergleiche ergeben, dass vor dem Versuch die k-Gruppe weniger erregt ist als die nb-Gruppe [$t(28) = 2,58$; $p = 0,016$ (zweiseitig)]. Die anderen Vergleiche der Arousal-Ratings vor dem Versuch erreichten nicht das Signifikanzniveau [nb_{t0}-pb_{t0}: $t(28) = 0,70$; $p = 0,489$ (zweiseitig), pb_{t0}-k_{t0}: $t(28) = 1,66$; $p = 0,108$ (zweiseitig)]. Auch der Vergleich innerhalb des zweiten MZP ergibt signifikante Effekte [Bias innerhalb MZP 2: $F(2, 42) = 4,97$; $p = 0,012$]. Im Anschluss an die Exposition geben die Vpn der nb-Gruppe ein niedrigeres Erregungsniveau an als diejenigen der k-Gruppe [$t(28) = -2,85$; $p = 0,008$ (zweiseitig)]. Auch die Arousal Ratings der pb-Gruppe sind niedriger als die der k-Gruppe [$t(28) = -2,84$; $p = 0,008$ (zweiseitig)] während sich die angegebene Erregung der pb- und nb-Gruppe nicht unterscheidet [$t(28) = -0,09$; $p = 0,93$ (zweiseitig)].

Abbildung 5.11 veranschaulicht die Ergebnisse der SAM-Ratings vor Einführung des jeweiligen kWk und nach Exposition.

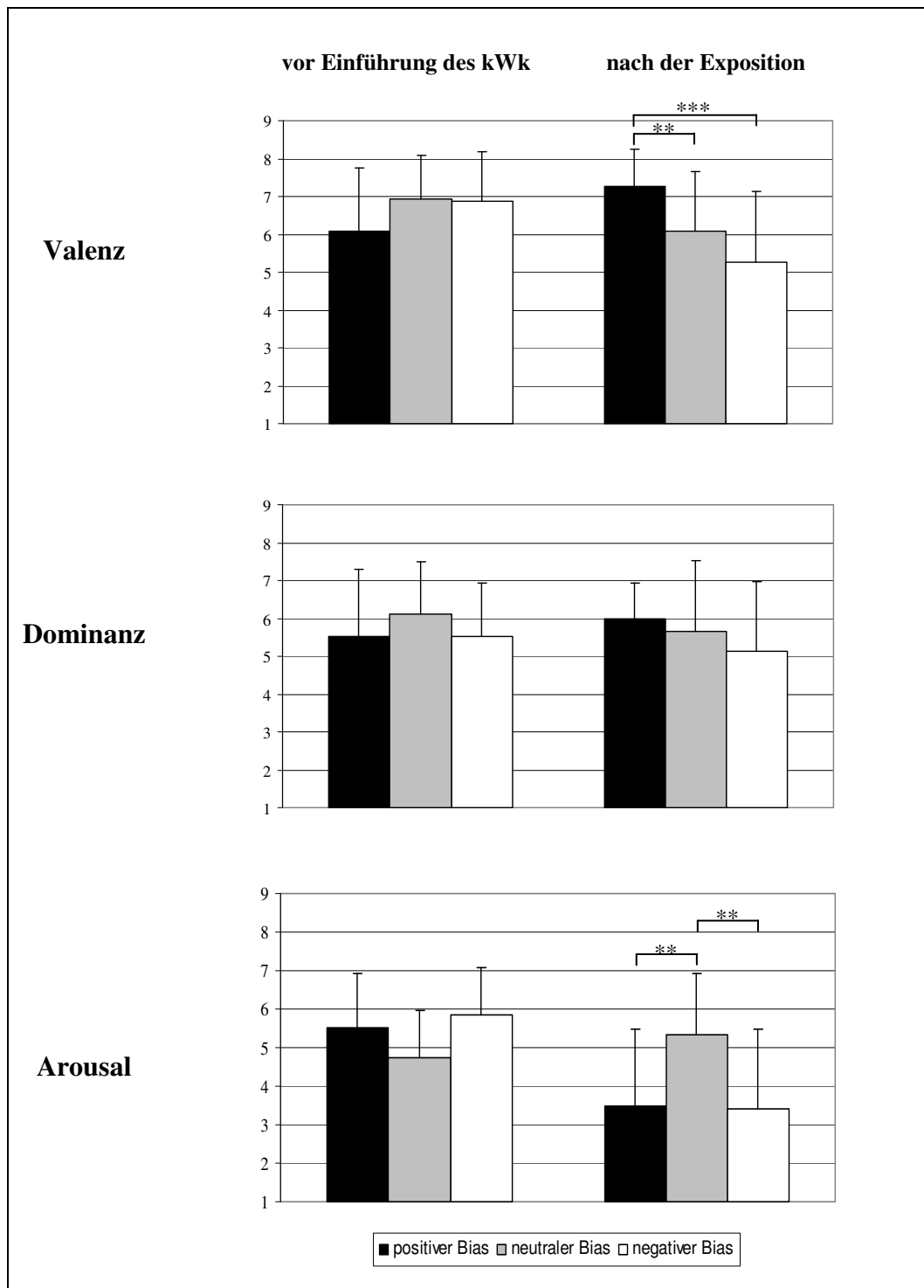


Abbildung 5.11: Mittlere SAM-Bewertungen der emotionalen Befindlichkeit vor Einführung des jeweiligen kWk und nach dem Experimenterteil für die negative, neutrale und positive Bias-Bedingung, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Zusammenfassung: Körperliche und psychische Befindlichkeit

Düfte haben einen Einfluss auf die allgemeine körperliche und psychische Befindlichkeit in Abhängigkeit vom kWk. Die körperliche und psychische Befindlichkeit der Vpn in den Experimentalgruppen vor Einführung des kWk sind (mit Ausnahme eines tendenziell niedrigeren Arousal in der k-Gruppe) gleich, sodass sich die Effekte ausschließlich auf den Einfluss der

Duftpräsentationen in den jeweiligen Kontextbedingungen zurückführen lassen. Die aufgestellten Hypothesen zu den Wirkungen der Duftpräsentation auf die körperliche und psychische Befindlichkeit konnten zum größten Teil bestätigt werden. Nach der Exposition berichten die Teilnehmerinnen der nb-Gruppe mehr Beschwerden und mehr chemosensorische Irritationen als beide anderen Experimentalgruppen. Das körperliche Wohlbefinden ist in der pb-Gruppe größer als in der nb-Gruppe. Außerdem fühlen sich die Teilnehmerinnen der pb-Gruppe optimistischer / zufriedener / glücklicher als diejenigen der beiden anderen Gruppen. Auch das erlebte Erregungsniveau unterscheidet sich zwischen den Gruppen: Es ist in der k-Gruppe größer als in der pb- und nb-Gruppe. Hinsichtlich des Dominanzerlebens zeigen sich keine Gruppenunterschiede.

5.6 Zentralnervöse Geruchsverarbeitung

Zunächst wird ein zusammenfassender Überblick der CSEKP-Analyse gegeben. Tabelle 5.7 zeigt die statistisch signifikanten Haupteffekte, Interaktionen und Einzelvergleiche für die Amplituden und Tabelle 5.8 entsprechendes für die Latenzen der Komponenten.

Tabelle 5.7: CSEKP-Amplituden über alle Trials: Varianzanalyse

	Signifikante Haupteffekte, Interaktionen und Einzelvergleiche			
	Sagittal	Transversal	Sagittal × Transversal	Bias
N1	*** A < Z < P	—	—	—
P2	*** A > Z > P	* M > (R = L)	—	—
N2	*** A < Z < P	*** M < (R = L)	—	—
P3-1	*** A < Z < P	*** M > (R = L)	*** M > (R = L) in A, Z und P	—
P3-2	*** A < Z < P	*** M > (R = L)	*** M > (R = L) in A, Z und P	—
pSW	*** A < Z < P	*** M > (R < L)	—	—

Legende: Faktor Sagittal: A = anterior, Z = zentral; p = posterior. Faktor Transversal: L = links, M = Mitte, R = rechts. * $p < 0,05$, *** $p < 0,001$.

Tabelle 5.8: CSEKP-Latenzen über alle Trials: Varianzanalyse

	Signifikante Haupteffekte, Interaktionen und Einzelvergleiche			
	Sagittal	Transversal	Sagittal × Transversal	Bias
N1	*** A < Z < P	—	* M < (L = R) in Z	$p = 0,050$ pb < nb
P2	** A < (Z = P)	—	—	* pb < nb
N2	* A > (Z = P)	—	—	—
P3-1	—	—	—	—
P3-2	*** A < (Z = P)	—	—	$p = 0,061$ pb < nb
pSW	—	—	—	—

Legende: Faktor Sagittal: A = anterior, Z = zentral; p = posterior. Faktor Transversal: L = links, M = Mitte, R = rechts. pb = positiver Bias, k = neutraler Bias, nb = negativer Bias. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

In dieser Zusammenfassung wird die topographische Verteilung durch signifikante Haupt- und Interaktionseffekte der Faktoren Sagittal und Transversal deutlich. Außerdem zeigt sich hier zunächst gemäß der geplanten statistischen Auswertung ein Einfluss des kWk auf die Latenzen der CSEKP Komponenten. Die zugrunde liegende Analyse wird im Detail in den nächsten Abschnitten nachvollzogen. Hierbei wird anfangs auf die topographischen und temporalen Charakteristika der Komponenten und im Anschluss auf den Einfluss des kWk eingegangen. Darauf folgt die Analyse von Lerneffekten. Hierfür werden die CSEKP-Daten der ersten Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung (Trials 1-30) mit denen aus der zweiten Versuchshälfte (Trials 31-60) verglichen.

5.6.1 Topographische und temporale Charakteristika der Komponenten

Abbildung 5.12 verdeutlicht die topographischen Charakteristika der einzelnen Komponenten durch die Darstellung der Spannungsverteilungen in den jeweiligen Zeitbereichen. Die N1 und N2 sind parietal dominant, wobei die N2 an den Seiten größer ist als in der Mitte. Die P2 hat eine frontale Dominanz. Die P3-1 zeigt eine zentro-parietale und die P3-2 und pSW eine rein parietale Dominanz.

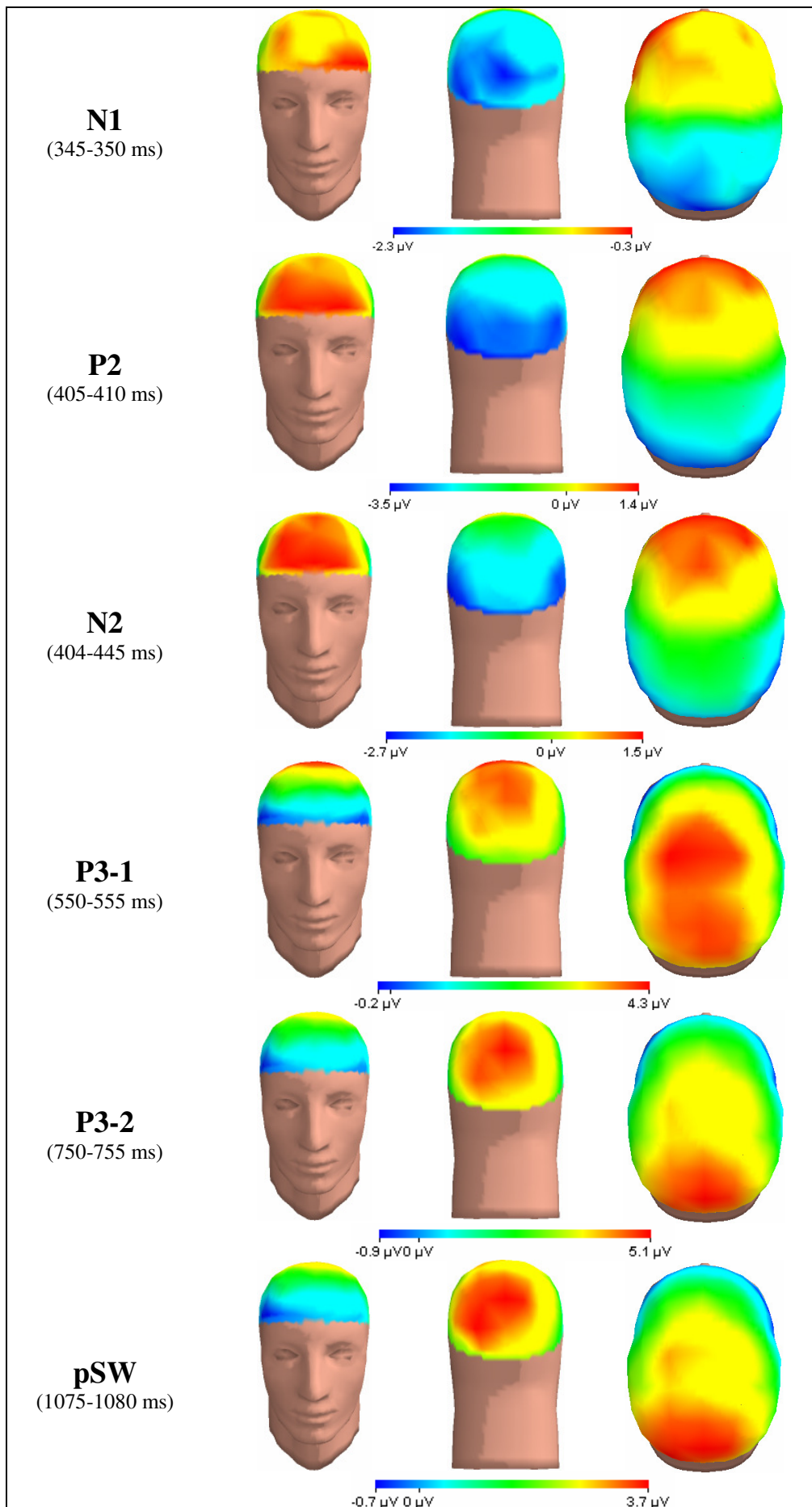


Abbildung 5.12: Spannungsverteilung der N1, P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW

Tabelle 5.9 gibt einen Überblick über die mittleren Latenzen und Amplituden für jeden

Tabelle 5.9: Mittlere Amplituden und Latenzen (Standardabweichung) über alle Positionen

		<i>N1</i>	<i>P2</i>	<i>N2</i>	<i>P3-1</i>	<i>P3-2</i>	<i>pSW</i>
<i>Amplitude</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	-2,5 μ V (1,59)	-0,98 μ V (1,76)	-1,11 μ V (1,65)	3,19 μ V (1,85)	3,21 μ V (2,07)	2,87 μ V (1,89)
<i>Latenz</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	348,01 ms (35,03)	406,33 ms (33,5)	443,88 ms (37,64)	551,91 ms (38,46)	750,44 ms (50,9)	1077,72 ms (114,2)

5.6.1.1 N1 Komponente

Tabelle 5.10 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der N1 Amplitude und Tabelle 5.11 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 5.10: Mittlere Amplituden der N1 in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μ V]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	-1,51 (1,67)	-1,81 (1,87)	-1,90 (1,84)	-1,74 (1,70)
<i>Zentral</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	-2,11 (1,47)	-2,42 (1,98)	-2,46 (1,73)	-2,33 (1,57)
<i>Posterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	-3,47 (2,47)	-3,38 (2,59)	-3,46 (2,32)	-3,44 (2,36)
<i>Transversal</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	-2,36 (1,49)	-2,54 (1,87)	-2,60 (1,62)	-2,50 (1,59)

Tabelle 5.11: Mittlere Latenzen der N1 in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	307,67 (32,41)	312,0 (34,70)	309,56 (35,03)	309,74 (31,92)
<i>Zentral</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	356,56 (50,84)	346,56 (45,49)	362,33 (54,27)	355,15 (44,88)
<i>Posterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	380,78 (48,22)	376,44 (46,36)	380,22 (46,81)	379,15 (46,05)
<i>Transversal</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	348,33 (36,31)	345,0 (34,53)	350,70 (38,79)	348,01 (35,03)

Für die Amplitude und die Latenz der N1 konnte jeweils ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Sagittal [Amplitude: $F(2, 84) = 20,34$; $p < 0,001$; Latenz: $F(2, 84) = 77,90$; $p < 0,001$] ermittelt werden. Die Einzelvergleiche zeigten, dass die Amplituden von anterior nach

posterior hin größer werden [anterior – zentral: $t(44) = 3,04$; $p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = 4,64$; $p = 0,043$; zentral – posterior: $t(44) = 4,92$; $p < 0,001$] und später auftreten [anterior – zentral: $t(44) = -7,45$; $p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = -10,8$; $p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = -5,40$; $p < 0,001$]. Zusätzlich zeigte sich innerhalb von zentralen Elektrodenpositionen, dass die N1 in der Mitte früher auftritt als an der linken und rechten Seite [Sagittal \times Transversal: $F(4, 168) = 3,44$; $p = 0,23$; Transversal innerhalb zentral: $F(2, 84) = 3,59$; $p = 0,044$; cl – cm: $t(44) = 2,61$; $p = 0,012$; cm – cr: $t(44) = -2,47$; $p = 0,018$].

5.6.1.2 P2 Komponente

Tabelle 5.12 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der P2 Amplitude und Tabelle 5.13 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 5.12: Mittlere Amplituden der P2 in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μ V]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	0,67	0,91	0,70	-0,76
	(<i>SD</i>)	(1,69)	(2,20)	(2,19)	(1,94)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	-1,42	-0,82	-1,54	-1,26
	(<i>SD</i>)	(1,94)	(2,44)	(2,07)	(1,87)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	-2,67	-2,15	-2,47	-2,43
	(<i>SD</i>)	(2,68)	(2,77)	(2,48)	(2,53)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	1,14	-0,68	-1,10	-0,98
	(<i>SD</i>)	(1,58)	(2,16)	(1,81)	(1,76)

Tabelle 5.13: Mittlere Latenzen der P2 in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	395,56	396,0	394,0	395,19
	(<i>SD</i>)	(42,31)	(42,37)	(44,0)	(40,25)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	407,22	406,44	411,56	408,41
	(<i>SD</i>)	(47,19)	(45,40)	(42,22)	(35,59)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	412,22	416,33	417,67	415,41
	(<i>SD</i>)	(46,14)	(42,55)	(42,99)	(41,91)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	405,0	406,26	407,74	406,33
	(<i>SD</i>)	(35,52)	(34,88)	(36,56)	(33,50)

Für die Amplitude und die Latenz der P2 konnte jeweils ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Sagittal [Amplitude: $F(2, 84) = 52,85$; $p < 0,001$; Latenz: $F(2, 84) = 7,35$; $p = 0,001$] ermittelt werden. Die Einzelvergleiche zeigen, dass die P2 von posterior nach anterior hin größer wird [anterior – zentral: $t(44) = 7,25$, $p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = 7,84$; p

< 0,001; zentral – posterior: $t(44) = 5,32$; $p < 0,001$] und anterior am frühesten auftritt [anterior – zentral: $t(44) = -2,36$; $p = 0,023$; anterior – posterior: $t(44) = -3,42$; $p = 0,001$]. Außerdem konnte dargestellt werden, dass die P2 Amplitude in mittleren Elektrodenpositionen größer ist als auf der linken und rechten Schädelseite [Faktor Transversal: $F(2, 84) = 4,80$; $p = 0,011$; links – mitte: $t(44) = -2,56$; $p = 0,014$; mitte – rechts: $t(44) = 2,94$; $p = 0,005$].

5.6.1.3 N2 Komponente

Tabelle 5.14 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der N2 Amplitude und Tabelle 5.15 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 5.14: Mittlere Amplituden der N2 Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μ V]		Links	Mitte	Rechts	Sagittal
Anterior	<i>M</i>	0,07	0,55	-0,10	0,18
	(<i>SD</i>)	(1,46)	(1,93)	(1,83)	(1,62)
Zentral	<i>M</i>	-1,72	-0,69	-1,62	-1,34
	(<i>SD</i>)	(1,68)	(2,65)	(1,89)	(1,86)
Posterior	<i>M</i>	-2,48	-1,78	-2,22	-2,16
	(<i>SD</i>)	(2,61)	(2,87)	(2,37)	(2,48)
Transversal	<i>M</i>	-1,38	-0,64	-1,31	-1,11
	(<i>SD</i>)	(1,50)	(2,15)	(1,63)	(1,65)

Tabelle 5.15: Mittlere Latenzen der N2 in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latenzen [ms]		Links	Mitte	Rechts	Sagittal
Anterior	<i>M</i>	457,0	448,11	453,11	452,74
	(<i>SD</i>)	(53,22)	(52,03)	(57,39)	(51,22)
Zentral	<i>M</i>	436,44	439,89	445,78	440,70
	(<i>SD</i>)	(38,47)	(39,39)	(35,98)	(34,57)
Posterior	<i>M</i>	434,67	438,33	441,56	438,19
	(<i>SD</i>)	(43,66)	(42,79)	(41,56)	(41,03)
Transversal	<i>M</i>	442,70	442,11	446,81	443,88
	(<i>SD</i>)	(39,15)	(39,38)	(38,62)	(37,64)

Für die Amplitude und die Latenz der N2 konnte jeweils ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Sagittal [Amplitude: $F(2, 84) = 30,47$; $p < 0,001$; Latenz: $F(2, 84) = 4,35$; $p = 0,031$] ermittelt werden. Die Einzelvergleiche zeigen, dass die N2 von anterior nach posterior hin größer wird [anterior – zentral: $t(44) = 6,25$, $p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = 5,96$; $p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = 3,52$; $p = 0,001$] und in anterioren Positionen später auftritt als an zentralen [anterior – zentral: $t(44) = 2,07$; $p = 0,045$] und posterioren Elektrodenpositio-

nen [anterior – posterior: $t(44) = 2,23$; $p = 0,031$]. Außerdem zeigte sich, dass die N2 Amplitude auf der linken und rechten Seite größer ist als in der Mitte [Faktor Transversal: $F(2, 84) = 11,45$; $p < 0,001$; links - mitte: $t(44) = -3,87$; $p < 0,001$; mitte – rechts: $t(44) = 4,30$; $p < 0,001$].

5.6.1.4 P3-1 Komponente

Tabelle 5.16 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der Amplitude der P3-1 und Tabelle 5.17 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 5.16: Mittlere Amplituden der P3-1 in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μ V]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	1,60	3,39	1,72	2,24
	<i>(SD)</i>	(1,54)	(1,94)	(1,72)	(1,59)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	2,60	4,76	2,47	3,28
	<i>(SD)</i>	(1,71)	(2,91)	(1,82)	(2,06)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	3,73	4,64	3,77	4,05
	<i>(SD)</i>	(2,39)	(2,89)	(2,54)	(2,53)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	2,65	4,26	2,65	3,19
	<i>(SD)</i>	(1,61)	(2,36)	(1,71)	(1,85)

Tabelle 5.17: Mittlere Latenzen der P3-1 in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	547,89	546,11	547,44	547,15
	<i>(SD)</i>	(49,16)	(46,11)	(55,25)	(47,75)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	558,11	550,22	557,67	555,33
	<i>(SD)</i>	(39,49)	(39,49)	(37,08)	(37,21)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	551,89	553,22	554,67	553,26
	<i>(SD)</i>	(43,67)	(43,08)	(41,26)	(41,90)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	552,63	549,85	553,26	551,91
	<i>(SD)</i>	(38,96)	(39,54)	(39,88)	(38,46)

Für die Amplitude der P3-1 konnten signifikante Haupteffekte der Faktoren Transversal [$F(2, 84) = 25,07$; $p < 0,001$] und Sagittal [$F(2, 84) = 86,91$; $p < 0,001$] sowie ein Interaktionseffekt der beiden Positions-Faktoren [Transversal \times Sagittal: $F(4, 168) = 12,27$; $p < 0,001$] gezeigt werden. Die Einzelvergleiche ergeben, dass die P3-1 von anterior nach posterior hin größer wird [anterior – zentral: $t(44) = -4,87$, $p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = -5,39$; $p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = -4,03$; $p < 0,001$]. Außerdem zeigte sich, dass die P3-1 Amplitude in der Mitte größer ist als auf der linken [$t(44) = -10,40$; $p < 0,001$] und rech-

ten Seite [$t(44) = -11,20$; $p < 0,001$]. Die Analyse des Interaktionseffektes der Positionsfaktoren zeigte, dass innerhalb der anterioren [Transversal innerhalb anterior: $F(2, 84) = 56,88$; $p < 0,001$], zentralen [Transversal innerhalb Mitte: $F(2, 84) = 72,03$; $p < 0,001$] und posterioren Elektrodenpositionen [Transversal innerhalb posterior: $F(2, 84) = 17,47$; $p < 0,001$] die Amplitude der P3-1 konsistent in der Mitte größer ist als auf der linken [al-am: $t(44) = -9,02$; $p < 0,001$; cl-cm: $t(44) = -8,80$; $p < 0,001$; pl-pm: $t(44) = -5,33$; $p < 0,001$] und rechten Seite [am-ar: $t(44) = 8,49$; $p < 0,001$; cm-cr: $t(44) = 10,04$; $p < 0,001$; pm-pr: $t(44) = 4,53$; $p < 0,001$].

5.6.1.5 P3-2 Komponente

Tabelle 5.18 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der P3-2 Amplitude und Tabelle 5.19 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 5.18: Mittlere Amplituden der P3-2 in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μV]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	1,28	3,03	1,16	1,82
	<i>(SD)</i>	(1,94)	(2,16)	(2,21)	(1,94)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	2,44	4,83	2,15	3,14
	<i>(SD)</i>	(1,86)	(2,93)	(2,21)	(2,21)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	4,45	5,38	4,21	4,68
	<i>(SD)</i>	(3,10)	(3,20)	(3,14)	(3,06)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	2,72	4,41	2,50	3,21
	<i>(SD)</i>	(1,89)	(2,50)	(2,05)	(2,07)

Tabelle 5.19: Mittlere Latenzen der P3-2 in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	729,0	740,11	739,00	736,04
	<i>(SD)</i>	(59,84)	(59,65)	(62,92)	(58,85)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	759,22	755,11	759,78	758,04
	<i>(SD)</i>	(55,49)	(52,47)	(57,07)	(53,02)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	757,56	755,56	758,67	757,26
	<i>(SD)</i>	(51,74)	(50,50)	(52,62)	(50,60)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	748,59	750,26	752,48	750,44
	<i>(SD)</i>	(50,01)	(51,37)	(53,13)	(50,91)

Für die Amplitude der P3-2 konnten signifikante Haupteffekte der Faktoren Transversal [$F(2, 84) = 35,24$; $p < 0,001$] und Sagittal [$F(2, 84) = 82,08$; $p < 0,001$] sowie ein Interaktionseffekt der beiden Positions-Faktoren [Transversal \times Sagittal: $F(4, 168) = 14,02$; $p <$

0,001] nachgewiesen werden. Die Einzelvergleiche ergaben, dass die P3-2 von anterior nach posterior hin größer wird [anterior – zentral: $t(44) = -5,74$; $p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = -6,21$; $p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = -5,43$; $p < 0,001$]. Außerdem zeigte sich, dass die P3-2 Amplitude in der Mitte größer ist als auf der linken [$t(44) = -10,81$; $p < 0,001$] und rechten Seite [$t(44) = 11,34$; $p < 0,001$]. Die Analyse des Interaktionseffektes der Positionsfaktoren zeigte, dass innerhalb der anterioren [Transversal innerhalb anterior: $F(2, 84) = 53,55$; $p < 0,001$), zentralen [Transversal innerhalb Mitte: $F(2, 84) = 80,82$; $p < 0,001$] und posterioren Elektrodenpositionen [Transversal innerhalb posterior: $F(2, 84) = 20,20$; $p < 0,001$] die Amplitude der P3-2 konsistent in der Mitte größer ist als auf der linken [al-am: $t(44) = -9,24$; $p < 0,001$; cl-cm: $t(44) = -9,76$; $p < 0,001$; pl-pm: $t(44) = -4,75$; $p < 0,001$] und rechten Seite [am-ar: $t(44) = 8,47$; $p < 0,001$; cm-cr: $t(44) = 11,17$; $p < 0,001$; pm-pr: $t(44) = 5,53$; $p < 0,001$].

Des Weiteren zeigte die statistische Analyse der Latenzen der P3-2 einen Haupteffekt für den Faktor Sagittal [$F(2, 84) = 12,72$; $p < 0,001$]. Angeschlossene Einzelvergleiche zeigten, dass die P3-2 in anterioren Elektrodenpositionen früher auftritt als in zentralen [$t(44) = -4,75$; $p < 0,001$] und posterioren [$t(44) = -3,41$; $p = 0,001$].

5.6.1.6 Positive Slow Wave

Tabelle 5.20 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der Amplitude der pSW und Tabelle 5.21 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 5.20: Mittlere Amplituden der pSW in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μV]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	1,24	2,48	0,90	1,54
	<i>(SD)</i>	(2,36)	(2,44)	(2,51)	(2,32)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	2,61	4,29	1,99	2,97
	<i>(SD)</i>	(1,77)	(2,69)	(1,85)	(1,92)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	4,09	4,79	3,46	4,11
	<i>(SD)</i>	(2,34)	(2,52)	(2,13)	(2,20)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	2,65	3,86	2,12	2,87
	<i>(SD)</i>	(1,86)	(2,27)	(1,82)	(1,89)

Tabelle 5.21: Mittlere Latenzen der pSW in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	1069,89	1078,44	1083,11	1077,15
	<i>(SD)</i>	(122,22)	(119,46)	(116,95)	(118,01)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	1084,89	1076,0	1076,67	1079,19
	<i>(SD)</i>	(117,34)	(123,44)	(114,19)	(116,79)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	1077,0	1077,22	1076,33	1076,85
	<i>(SD)</i>	(116,63)	(119,19)	(119,59)	(117,73)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	1077,26	1077,22	1078,70	1077,72
	<i>(SD)</i>	(114,57)	(116,82)	(112,76)	(114,20)

Für die Amplitude der pSW konnten signifikante Haupteffekte der Faktoren Transversal [$F(2, 84) = 45,15; p < 0,001$] und Sagittal [$F(2, 84) = 58,51; p < 0,001$] gezeigt werden. Die Einzelvergleiche ergaben, dass die pSW von anterior nach posterior hin größer wird [anterior – zentral: $t(44) = -6,79, p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = -7,26; p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = -5,27; p < 0,001$]. Außerdem zeigte sich, dass die pSW Amplitude in der Mitte größer ist als auf der linken [$t(44) = -7,93; p < 0,001$] und rechten Seite [$t(44) = 9,94; p < 0,001$] und auf der linken Schädelseite größer ist als auf der rechten [$t(44) = 2,96; p = 0,05$].

Zusammenfassung: Topographische und temporale Charakteristika der Komponenten

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die statistische Analyse der topographischen Verteilung der CSEKP-Komponenten unter Berücksichtigung der Faktoren Sagittal und Transversal mit den in Abbildung 5.11 dargestellten Spannungsverteilungen übereinstimmt. Die N1 Komponente hat eine parietale Dominanz und die Latenzen nehmen von frontal nach parietal hin zu. Die P2 Komponente ist anterior dominant und in der Mitte größer als an den Seiten des Kopfes. Sie tritt frontal früher auf als zentral und parietal. Die N2 Komponente ist parietal dominant und an den Seiten größer als über der Mittellinie. Sie erreicht ihr Maximum zuerst über zentro-parietalen Positionen. Die P3-1 und P3-2 Komponenten gleichen sich in ihrer topographischen Verteilung. Sie treten beide parietal und über der Mittellinie dominant auf. Jedoch hat lediglich die P3-2 Komponente zentro-parietal eine größere Latenz als an anterioren Positionen. Die pSW ist ebenfalls parietal dominant und in der Mitte größer als auf den Seiten, jedoch links größer als auf der rechten Kopfseite.

5.6.2 Auswirkungen des kWk auf die zentralnervöse Geruchsverarbeitung

Abbildung 5.13 zeigt die Spannungs-Zeit-Diagramme der zentralnervösen Geruchsverarbeitung der drei Bias-Gruppen an den 9 Elektrodenpositionen. Beim Vergleich der Amplituden der Komponenten fällt auf, dass die frühen, negativ gepolten Komponenten in der negativen Bias-Bedingung (rot) größer sind als die in den beiden anderen Bedingungen. Außerdem sind die Latenzen der CSEKPs der nb-Gruppe größer als die der anderen beiden Experimentalgruppen, was an den nach rechts verschoben Kurvenverläufen zu erkennen ist.

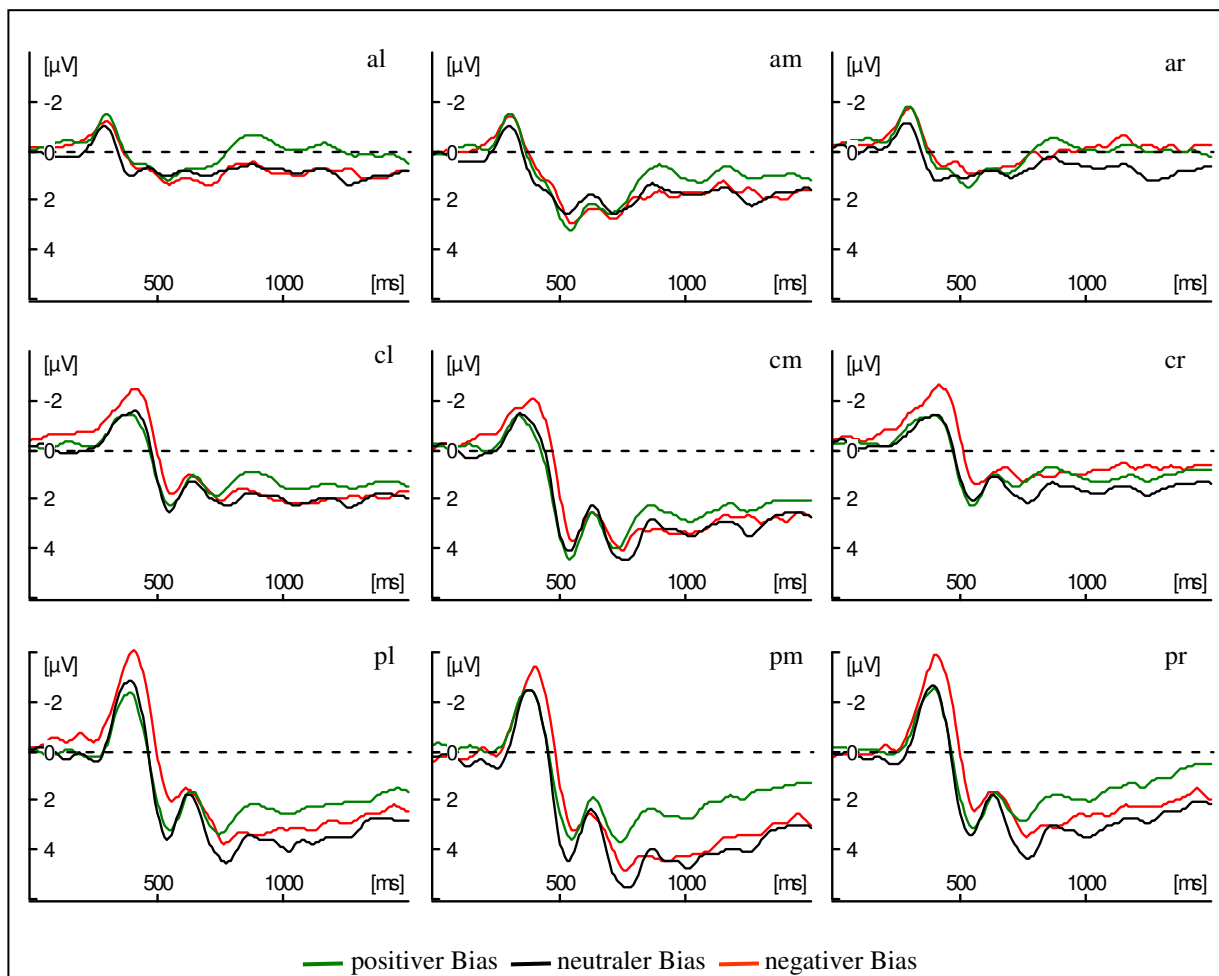


Abbildung 5.13: Spannungs-Zeit-Diagramme der zentralnervösen Geruchsverarbeitung an den neun Elektrodenpools der positiven (grün, $n = 15$), neutralen (schwarz, $n = 15$) und negativen (rot, $n = 15$) Bias-Gruppe.

5.6.2.1 Auswirkungen des kWk auf die Amplituden der CSEKP

Tabelle 5.22 zeigt die deskriptiven Daten der getrennt für die drei Bias-Bedingungen in den 9 Elektrodenpools ermittelten Amplituden der CSEKP-Komponenten und Abbildung 5.14 stellt die Amplituden und Standardabweichungen der Komponenten gemittelt über alle Pools dar.

Tabelle 5.22: Mittlere Amplituden und Standardabweichungen der CSEKP-Komponenten in den 9 Elektrodenpools für die drei Experimentalgruppen

	Amplituden [μV]	<i>Links</i>			<i>Mitte</i>			<i>Rechts</i>		
		pb	k	nb	pb	k	nb	pb	k	nb
<i>N1</i>	<i>Anterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	-1,69 (2,31)	-1,22 (0,86)	-1,61 (1,59)	-1,96 (2,66)	-1,39 (1,24)	-2,08 (1,44)	-2,15 (2,71)	-1,38 (1,10)	-2,15 (1,27)
	<i>Zentral</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	-1,66 (2,01)	-1,93 (1,05)	-2,75 (0,99)	-2,19 (2,76)	-2,06 (1,23)	-3,01 (1,62)	-2,21 (2,37)	-2,26 (1,35)	-2,89 (1,28)
	<i>Posterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	-2,48 (2,52)	-3,42 (2,51)	-4,49 (2,07)	-2,99 (2,91)	-3,22 (2,24)	-3,93 (2,67)	-2,86 (2,49)	-3,33 (1,96)	-4,21 (2,43)
<i>P2</i>	<i>Anterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	0,35 (2,22)	0,81 (1,25)	0,84 (1,52)	0,79 (2,87)	1,08 (1,75)	0,87 (1,97)	0,51 (2,86)	1,11 (1,87)	0,50 (1,78)
	<i>Zentral</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	-1,18 (2,26)	-1,15 (2,26)	-1,94 (1,07)	-0,60 (3,16)	-0,67 (1,98)	-1,18 (2,15)	-1,17 (2,76)	-1,26 (1,68)	-2,2 (1,53)
	<i>Posterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	-2,06 (2,82)	-2,54 (2,73)	-3,4 (2,48)	-2,02 (3,03)	-1,97 (2,37)	-2,46 (3,03)	-1,99 (2,67)	-2,13 (2,43)	-3,3 (2,28)
<i>N2</i>	<i>Anterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	-0,12 (1,85)	-0,05 (1,22)	0,38 (1,28)	0,42 (2,19)	0,7 (1,73)	0,54 (1,96)	-0,23 (2,14)	0,16 (1,72)	-0,23 (1,71)
	<i>Zentral</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	-1,48 (2,16)	-1,82 (1,41)	-1,87 (1,45)	-0,58 (3,01)	-0,93 (2,22)	-0,56 (2,83)	-1,43 (2,28)	-1,26 (1,73)	-2,17 (1,58)
	<i>Posterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	-2,29 (2,32)	-2,45 (2,54)	-2,71 (3,06)	-1,95 (2,88)	-1,78 (2,12)	-1,61 (3,61)	-1,95 (2,38)	-2,04 (2,12)	-2,67 (2,69)
<i>P3-1</i>	<i>Anterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	1,4 (1,94)	1,57 (1,23)	1,85 (1,44)	3,58 (2,17)	3,18 (1,58)	3,4 (2,13)	1,77 (2,0)	1,62 (1,37)	1,78 (1,85)
	<i>Zentral</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	2,62 (1,84)	2,76 (1,69)	2,44 (1,71)	5,12 (2,86)	4,67 (3,05)	4,5 (2,98)	2,69 (1,95)	2,49 (1,81)	2,23 (1,81)
	<i>Posterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	4,06 (2,21)	4,05 (2,64)	3,09 (2,32)	4,51 (2,75)	5,05 (3,08)	4,35 (2,98)	4,01 (2,57)	3,99 (2,61)	3,3 (2,55)
<i>P3-2</i>	<i>Anterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	0,95 (2,81)	1,3 (1,38)	1,58 (1,32)	3,16 (3,18)	2,85 (1,44)	3,08 (1,54)	1,34 (2,96)	1,39 (1,73)	0,75 (1,82)
	<i>Zentral</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	2,1 (1,88)	2,65 (2,0)	2,57 (1,79)	4,47 (2,88)	5,02 (3,17)	4,99 (2,92)	1,89 (2,33)	2,6 (2,43)	1,94 (1,93)
	<i>Posterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	3,81 (2,66)	4,99 (3,6)	4,55 (3,06)	4,26 (3,0)	5,96 (3,55)	5,92 (2,93)	3,44 (3,08)	4,78 (3,6)	4,4 (2,75)
<i>pSW</i>	<i>Anterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	0,57 (3,25)	1,58 (1,42)	1,58 (2,05)	2,08 (3,31)	2,66 (1,62)	2,71 (2,22)	0,73 (3,05)	1,41 (1,99)	0,56 (2,45)
	<i>Zentral</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	2,07 (1,9)	2,74 (1,63)	3,07 (1,71)	3,71 (2,72)	4,30 (2,84)	4,87 (2,57)	2,03 (2,18)	2,2 (1,71)	1,76 (1,72)
	<i>Posterior</i> <i>M</i> (<i>SD</i>)	3,29 (1,95)	4,47 (2,49)	4,5 (2,47)	3,58 (2,21)	5,21 (2,72)	5,57 (2,28)	2,86 (2,14)	3,69 (2,34)	3,82 (1,91)

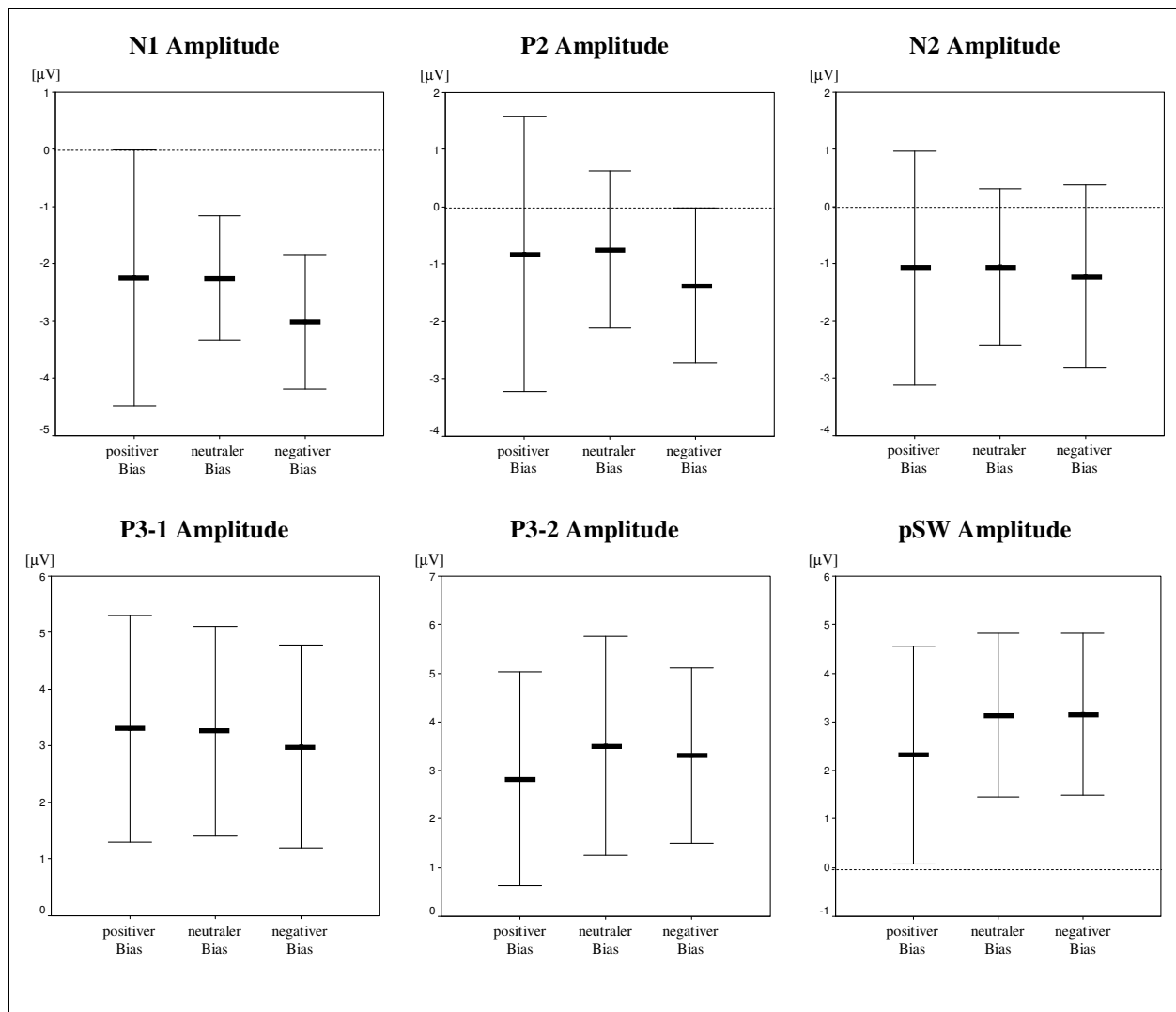


Abbildung 5.14: Mittlere Amplituden und Standardabweichungen der CSEKP-Komponenten für die drei Experimentalgruppen

In der deskriptiven Statistik wird die in den Spannungs-Zeit-Diagrammen beobachtete Vergrößerung der frühen, negativen Komponenten näher spezifiziert. Bei der Mittlung über alle Elektroden (Abbildung 5.14) ist zu erkennen, dass die N1 Amplitude in der negativen Bias-Bedingung größer ist als in den beiden anderen Bedingungen. Tabelle 5.22 zeigt, dass in sieben der neun Elektrodenpools der Mittelwert der N1 Amplitude in der nb-Gruppe größer als in der pb-Gruppe und außerdem in allen Elektrodenpools in der nb-Gruppe größer als in der k-Gruppe ist. Dieser deskriptiv beschreibbare Effekt konnte jedoch in den Varianzanalysen weder als Haupteffekt [$F(2, 42) = 1,18; p = 0,317; power = 0,245$] noch als Interaktionseffekt mit den Positionsfaktoren Sagittal [Bias \times Sagittal: $F(4, 84) = 1,31; p = 0,281; power = 0,392$], Transversal [Bias \times Transversal: $F(4, 84) = 0,62; p = 0,652; power = 0,195$] oder Sagittal und Transversal [Bias \times Sagittal \times Transversal: $F(8, 168) = 1,0; p = 0,435; power = 0,458$] nachgewiesen werden. Unter Berücksichtigung der gerichteten Hypothesen für die Amplitude der

N1 Komponente wurden dennoch explorativ die Mittelwerte der Experimentalgruppen innerhalb der Elektrodenpools verglichen. Tabelle 5.23 stellt die Ergebnisse dar.

Tabelle 5.23: Einzelvergleiche der N1 Amplitude innerhalb der 9 Elektrodenpools (T-Tests, einseitig)

		N1 Amplitude Einzelvergleiche		
		negativer Bias vs. positiver Bias	negativer Bias vs. neutraler Bias	positiver Bias vs. neutraler Bias
anterior	links	-	-	-
	mitte	-	$t(28) = -1,43; p = 0,083$	-
	rechts	-	$t(28) = -1,78; p = 0,043$	-
zentral	links	$t(28) = -1,90; p = 0,034$	$t(28) = -2,23; p = 0,017$	-
	mitte	-	$t(28) = -1,82; p = 0,040$	-
	rechts	-	$t(28) = -1,31; p = 0,10$	-
posterior	links	$t(28) = -2,39; p = 0,012$	-	-
	mitte	-	-	-
	rechts	$t(28) = -1,51; p = 0,072$	-	-

Es zeigen sich signifikante und tendenziell signifikante Mittelwertsunterschiede der N1 Amplitude in drei von neun Vergleichen zwischen der nb- und pb-Gruppe (cl, pl, pr) und in fünf von neun Vergleichen zwischen der nb- und k-Gruppe (am, ar, cl, cm, cr). Die Mittelwerte der pb- und k-Gruppe unterscheiden sich in keiner der Elektrodenpositionen.

Neben den beschriebenen Ergebnissen zeigen sich bei der statistischen Analyse der CSEKP-Amplituden weder signifikante Haupteffekte des Faktors Bias noch Interaktionseffekte des Faktor Bias mit den Positionsfaktoren Sagittal, Transversal oder Sagittal und Transversal (vgl. Tabelle 5.7).

Zusammenfassung: Auswirkungen des kWk auf die Amplituden der CSEKP

Mit der geplanten, statistischen Auswertung hinsichtlich der Amplituden der CSEKP-Komponenten konnten die aufgestellten Hypothesen zu den Auswirkungen des kWk nicht bestätigt werden. Dennoch verweisen die deskriptiven Daten und die explorativen Einzelvergleiche unter Berücksichtigung der aufgestellten Hypothesen deutlich auf eine Modulation der N1 Amplitude durch den kWk in der vorhergesagten Weise. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Amplitude der N1 in der negativen Bias-Bedingung größer ist als in der neutralen und po-

sitiven Bias-Bedingung. Die Hypothesen zu den späten positiven Komponenten werden abgelehnt. Hier konnten keine Auswirkungen des kWk auf die Amplituden des CSEKP gefunden werden.

5.6.2.2 Auswirkungen des kWk auf die Latenzen der CSEKP

Deskriptiv zeigten sich für die N1, P2, N2, P3-1 und P3-2 konsistent die kürzesten Latenzen in der pb-Bedingung. Die längsten Latenzen wurden jeweils für die nb-Bedingung ermittelt, während die der neutralen Bedingung für diese Komponenten zwischen den beiden erstgenannten liegt. Abbildung 5.15 stellt die deskriptiven Ergebnisse für die mittleren Latenzen der CSEKP-Komponenten über alle Elektrodenpositionen dar und Tabelle 5.24 zeigt die deskriptiven Daten getrennt für die drei Bias-Bedingungen in den 9 Elektrodenpools.

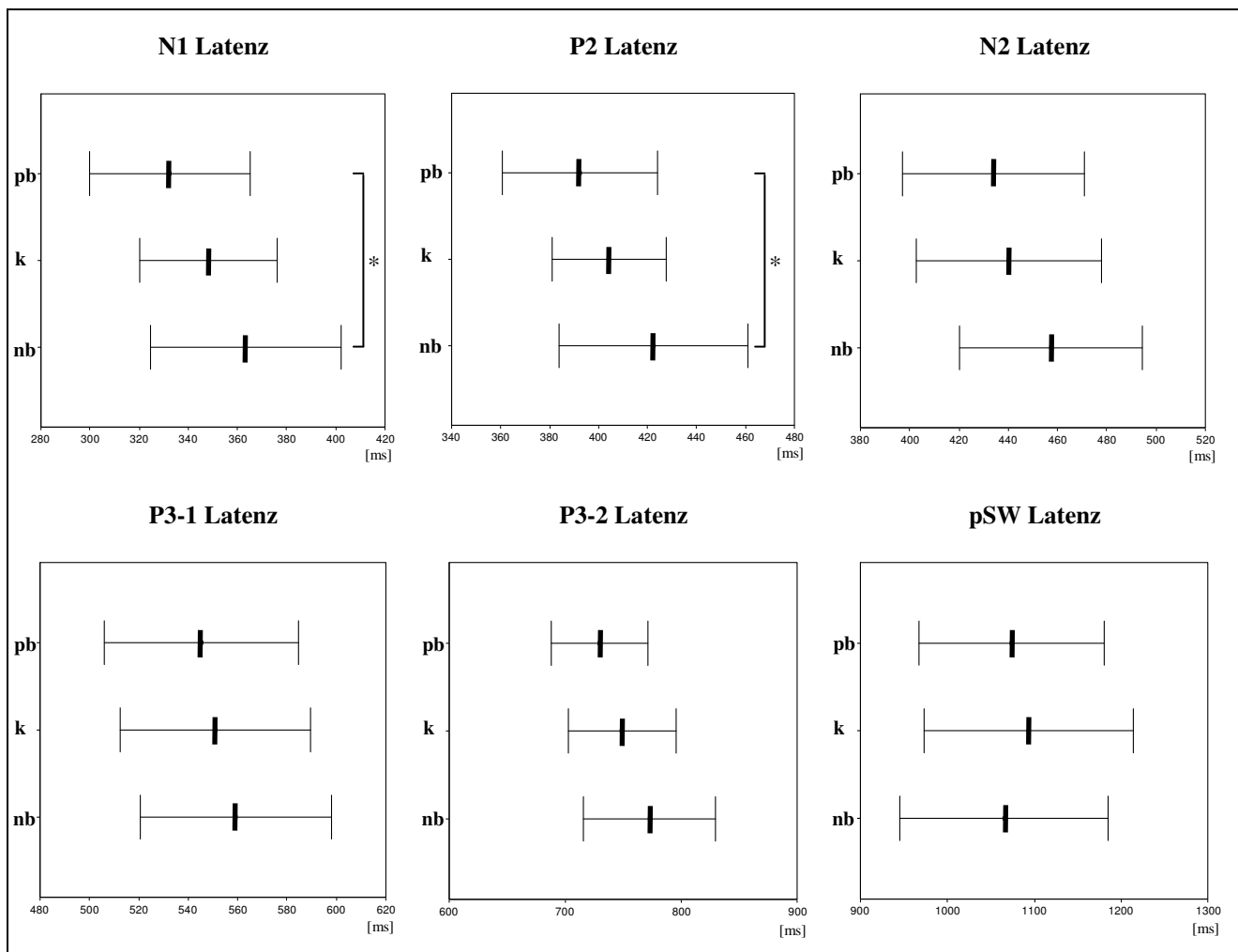


Abbildung 5.15: mittlere Latenzen und Standardabweichungen der CSEKP-Komponenten in der negativen (nb), neutralen (k) und positiven Bias-Bedingung (pb). * $p \leq 0,05$

Tabelle 5.24: Mittlere Latenzen und Standardabweichungen der CSEKP-Komponenten in den 9 Elektrodenpools für die drei Experimentalgruppen

	Latenzen [ms]		<i>Links</i>			<i>Mitte</i>			<i>Rechts</i>		
			pb	K	nb	pb	k	nb	pb	k	nb
NI	<i>Anterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	303,33 (27,29)	297,0 (23,28)	322,67 (40,39)	305,33 (32,92)	306,67 (29,5)	324,0 (39,96)	306,67 (37,16)	303,67 (28,19)	318,33 (39,4)
	<i>Zentral</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	334,33 (40,83)	364,33 (52,03)	371,0 (54,16)	323,33 (38,3)	364,0 (41,67)	370,33 (46,0)	337,33 (54,01)	368,67 (52,56)	381,0 (49,9)
	<i>Posterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	359,33 (54,93)	385,0 (43,34)	398,0 (39,77)	357,67 (53,48)	381,0 (41,5)	390,67 (39,46)	365,0 (54,12)	381,33 (43,93)	394,33 (39,55)
P2	<i>Anterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	387,0 (37,26)	385,33 (33,78)	414,33 (50,28)	391,0 (44,57)	394,33 (35,04)	402,67 (48,47)	387,0 (51,54)	388,0 (34,27)	407,0 (44,51)
	<i>Zentral</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	384,33 (33,75)	410,67 (43,21)	426,67 (54,89)	387,0 (29,75)	404,33 (55,22)	428,0 (40,44)	396,0 (30,25)	414,33 (46,32)	424,33 (45,82)
	<i>Posterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	390,33 (42,87)	412,33 (41,7)	434,0 (45,76)	401,33 (46,62)	415,0 (36,84)	432,67 (40,39)	408,0 (45,9)	414,0 (37,38)	431,0 (44,73)
N2	<i>Anterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	444,0 (53,33)	457,67 (56,09)	469,33 (50,67)	442,67 (51,89)	454,0 (52,11)	447,67 (55,06)	447,67 (60,82)	454,33 (60,91)	457,33 (53,75)
	<i>Zentral</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	426,67 (36,04)	426,33 (29,67)	456,33 (42,87)	427,0 (31,21)	432,67 (42,88)	460,0 (37,37)	435,0 (30,88)	443,67 (39,39)	458,67 (35,43)
	<i>Posterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	421,33 (38,01)	427,67 (38,68)	455,0 (48,62)	424,67 (42,82)	433,67 (40,38)	456,67 (41,3)	437,0 (40,79)	432,33 (38,72)	455,33 (44,14)
P3-1	<i>Anterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	544,67 (43,85)	550,67 (54,11)	548,33 (52,19)	539,33 (42,34)	548,33 (50,8)	550,67 (47,24)	537,33 (42,17)	541,0 (60,75)	564,0 (60,66)
	<i>Zentral</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	546,67 (42,27)	558,60 (32,21)	569,0 (42,52)	542,33 (46,02)	549,67 (36,67)	558,67 (35,98)	545,0 (38,91)	559,67 (33,67)	568,33 (37,07)
	<i>Posterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	550,33 (51,81)	549,67 (35,13)	555,67 (45,31)	552,0 (51,89)	549,33 (36,93)	558,33 (41,61)	551,0 (44,97)	553,0 (36,10)	560,0 (44,48)
P3-2	<i>Anterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	714,33 (59,28)	727,0 (63,13)	745,67 (56,79)	718,67 (51,84)	738,33 (59,81)	763,33 (62,01)	716,33 (57,89)	740,0 (57,94)	760,67 (68,4)
	<i>Zentral</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	736,0 (39,88)	757,33 (57,38)	784,33 (59,49)	731,0 (43,27)	757,33 (44,28)	777,0 (60,65)	735,67 (45,19)	757,67 (48,14)	786,0 (67,17)
	<i>Posterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	740,0 (36,5)	755,0 (43,22)	777,67 (66,65)	735,67 (41,83)	752,67 (42,38)	778,33 (59,0)	736,67 (43,82)	756,33 (47,75)	783,0 (57,81)
pSW	<i>Anterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	1069,0 (117,83)	1084,67 (132,74)	1056,0 (122,49)	1075,0 (120,86)	1095,33 (123,71)	1065,0 (120,1)	1092,33 (107,07)	1092,67 (128,69)	1064,33 (119,98)
	<i>Zentral</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	1075,0 (103,94)	1108,67 (129,97)	1071,0 (121,07)	1074,67 (111,17)	1092,67 (137,09)	1060,67 (127,22)	1075,67 (101,01)	1085,33 (122,26)	1069,0 (125,25)
	<i>Posterior</i>	<i>M</i> (<i>SD</i>)	1067,33 (111,39)	1092,33 (124,54)	1071,33 (120,19)	1067,33 (112,57)	1093,67 (129,86)	1070,67 (121,14)	1071,33 (116,30)	1097,0 (126,23)	1060,67 (121,39)

Der deskriptiv beschriebene Effekt des kWk auf die Latenzen des CSEKP zeigt sich für die N1 [$F(2, 42) = 3,21; p = 0,050, power = 0,582$] und für die P2 [$F(2, 42) = 3,34; p = 0,045, power = 0,601$] auch in der schließenden Statistik. Die Latenzen dieser frühen Komponenten sind in der negativen Bias-Bedingung größer als in der positiven [N1: $t(28) = 2,36; p = 0,025$ (zweiseitig); P2: $t(28) = 2,31; p = 0,028$ (zweiseitig)]. Auch die statistische Untersuchung der Latenz der P3-2-Komponente zeigte tendenziell längere Latenzen in der negativen Bedingung als in der positiven [$F(2, 42) = 3,00; p = 0,061, power = 0,551, t(28) = 2,38; p = 0,024$ (zweiseitig)]. Trotz nicht signifikanter Effekte in der Varianzanalyse wurden explorativ auch die Latenzen der N2- und P3-1-Komponente verglichen. Dabei zeigten sich für die N2 tendenziell ähnliche Effekte einer vergrößerten Latenz in der negativen Bias-Bedingung [N2: $F(2, 42) = 1,59; p = 0,216, power = 0,318, nb - pb: t(28) = 1,73; p = 0,095$ (zweiseitig); P3-1: $F(2, 42) = 0,48; p = 0,624, power = 0,123, nb - pb: t(28) = 0,97; p = 0,341$ (zweiseitig)].

Darüber hinaus konnten in den statistischen Analysen der CSEKP-Latenzen keine weiteren signifikanten Haupteffekte für den Faktor Bias oder Interaktionseffekte des Faktors Bias mit den Positionsfaktoren gefunden werden (vgl. Tabelle 5.8)

Zusammenfassung: Auswirkungen des kWk auf die Latenzen der CSEKP

Die zur Untersuchung der Modulation der CSEKP-Latenzen durch den kWk aufgestellten Hypothesen werden verworfen. Weder sind die Latenzen der frühen CSEKP-Komponenten in der nb-Gruppe kleiner als in der k-Gruppe oder die Latenzen der pb-Gruppe größer als die der k-Gruppe, noch sind die Latenzen der späten CSEKP-Komponenten in der nb-Gruppe kleiner als in der k-Gruppe. Dennoch konnte eine Modulation der Latenzen des CSEKP durch den kWk nachgewiesen werden. In der nb-Bedingung sind die Latenzen der CSEKP-Komponenten größer als in der pb-Gruppe, während die der k-Gruppe zwischen den beiden anderen Gruppen liegen. Dieser Befund konnte statistisch signifikant für die N1 und P2 sowie tendenziell für die N2 und P3-2 abgesichert werden.

5.6.3 Neokortikale Generatoren

Zur Untersuchung neokortikaler Generatoren werden im Folgenden Karten der neokortikalen Stromdichteverteilung (CSD Karten) dargestellt. Abbildung 5.16 zeigt getrennt für die Bias-Gruppen die Aktivierungen im mittleren Zeitbereich der CSEKP Komponenten. Quellen sind rot dargestellt, Senken blau. Die Beschreibung und spätere Interpretation fokussiert sich auf die Quellen.

Bei den Stromdichteverteilungen der pb-Gruppe zeigt sich für die frühe Geruchsverarbeitung bis 450 ms (N1 – N2) hauptsächlich eine linksseitige, zentrale bis fronto-zentrale Aktivierung, die im Zeitbereich der späten Positivitäten in ihrer Ausprägung abnimmt. Erst für die späte neokortikale Verarbeitung (P3 – pSW) ist eine Aktivierung über okzipitalen Arealen ebenfalls linksseitig zu erkennen.

Für die k-Gruppe lässt sich für die frühe Geruchsverarbeitung eine frontale Aktivierung mit zwei distinkten Quellen beschreiben. Beide sind bereits im N1 Zeitbereich zu erkennen, zeigen ihr Maximum bei ca. 400 ms und nehmen dann stetig an Intensität ab. Diese Quellen liegen über frontalen Kortexarealen: die eine rechtsseitig, fronto-lateral, die andere weiter zentral, links der Mittellinie. Außerdem zeigt sich über rechtsseitigen, okzipitalen Arealen eine weitere Quelle, die zwar schon in der frühen Verarbeitung erkennbar ist, aber erst später an Intensität zunimmt.

Bei der Untersuchung der neokortikalen Aktivierungen in der nb-Gruppe fällt zunächst auf, dass hier im Vergleich zu den beiden anderen Experimentalgruppen die Intensität der elektrischen Aktivität deutlich stärker ausgeprägt ist. Zwei distinkte Quellen sind für den gesamten dargestellten Zeitbereich beschreibbar. Beide liegen hauptsächlich mittig, die eine mit einer fronto-zentralen, die andere mit okzipitaler Dominanz.

Zusammenfassung: Neokortikale Generatoren

Beim Vergleich der Gruppen fallen vor allen Dingen die Stärke und zeitliche wie auch topographische Ausdehnung der fronto-zentralen und okzipitalen neokortikalen Aktivierung in der nb-Gruppe auf. Obwohl auch in der pb- und k-Gruppe neokortikale Quellen in frontalen und okzipitalen Bereichen beschrieben werden konnten, sind die in der nb-Gruppe dargestellten von der Ausdehnung und Stärke deutlich größer und über den gesamten dargestellten Zeitbereich erkennbar.

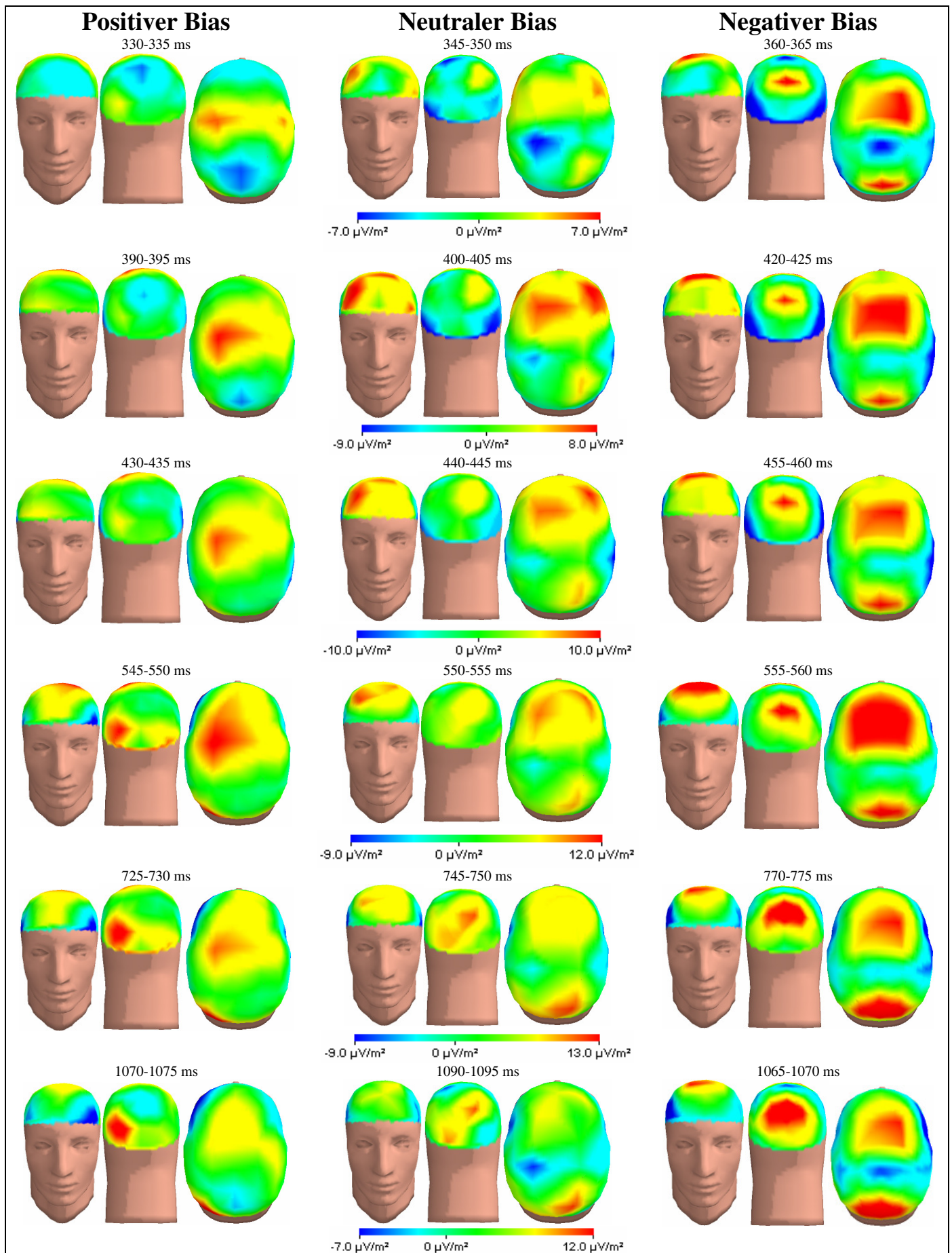


Abbildung 5.16: CSD Karten im Zeitbereich der Komponenten für die pb-, k- und nb-Gruppe

5.7 Lernprozesse

Als Überblick zeigt Tabelle 5.25 die topographische Verteilung der Amplituden sowie signifikante Effekte des Faktors Zeit und Tabelle 5.26 stellt die Latenzeffekte einschließlich der bereits beschriebenen Bias-Effekte dar.

Tabelle 5.25: CSEKP-Amplituden unter Berücksichtigung von Zeiteffekten: Varianzanalyse

	Signifikante Haupteffekte, Interaktionen und Einzelvergleiche					
	Sagittal	Transversal	Sagittal × Transversal	Zeit	Zeit × Sagittal	Zeit × Transversal
N1 _(1&2)	*** A < Z < P	—	** L < (M = R) in A	—	—	—
P2 _(1&2)	*** A > Z > P	—	—	—	—	—
N2 _(1&2)	*** A < Z < P	* M < R	—	—	—	—
P3-1 _(1&2)	*** A < Z < P	*** M > (R = L)	*** M > (R = L) in A und P	** P3-1 ₍₁₎ > P3-1 ₍₂₎	* P3-1 ₍₁₎ > P3-1 ₍₂₎ in Z und P	* P3-1 ₍₁₎ > P3-1 ₍₂₎ in L, M und R
P3-2 _(1&2)	*** A < Z < P	*** M > (R = L)	*** M > (R = L) in A, Z und P	—	* P3-2 ₍₁₎ > P3-2 ₍₂₎ in P	—
pSW _(1&2)	*** A < Z < P	*** M > (R < L)	*** M > (R = L) in A M > (R < L) in Z und P	—	—	—

Legende: Faktor Sagittal: A = anterior, Z = zentral; p = posterior. Faktor Transversal: L = links, M = Mitte, R = rechts. Komponente_(1&2) = Bestimmung der Komponenten getrennt für die erste (Komponente₍₁₎) und zweite Hälfte (Komponente₍₂₎) der psychophysiologischen Datenerhebung. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Tabelle 5.26: CSEKP-Latenzen unter Berücksichtigung von Zeiteffekten: Varianzanalyse

	Signifikante Haupteffekte, Interaktionen und Einzelvergleiche			
	Sagittal	Transversal	Sagittal × Transversal	Bias
N1 _(1&2)	*** A < Z < P	—	*** L < M in A	p = 0,059 pb < nb
P2 _(1&2)	—	—	—	** pb < (k = nb)
N2 _(1&2)	*** A > Z > P	* M < (L = R)	—	—
P3-1 _(1&2)	—	—	* M < (L = R) in Z und P	—
P3-2 _(1&2)	*** A < Z < P	—	—	—
pSW _(1&2)	* A > Z	—	—	—

Legende: Faktor Sagittal: A = anterior, Z = zentral; p = posterior. Faktor Transversal: L = links, M = Mitte, R = rechts. Komponente_(1&2) = Bestimmung der Komponente getrennt für die erste (Komponente₍₁₎) und zweite Hälfte (Komponente₍₂₎) der psychophysiologischen Datenerhebung. pb = positiver Bias, k = neutraler Bias, nb = negativer Bias. *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

In den Analysen der topographischen und temporalen Verteilung sowie bei der Untersuchung von Bias-Effekten ohne Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs bestätigt sich das in der Auswertung über alle Trials beschriebene Bild. Die N1_(1&2) Komponente hat eine parietale Dominanz und ist in anterioren Positionen in der Mitte und rechts größer als auf der linken Seite. Die Latenzen nehmen von frontal nach parietal hin zu und sind in anterioren Positionen in der Mitte größer als auf der linken Seite. Die P2_(1&2) Komponente ist anterior dominant. Die N2_(1&2) Komponente ist parietal dominant und rechts größer als über der Mittellinie. Sie erreicht ihr Maximum zuerst über parietalen, dann über zentralen und zum Schluss über anterioren Positionen und in der Mitte früher als auf den Seiten. Die P3-1_(1&2) und P3-2_(1&2) Komponenten gleichen sich in ihrer topographischen Verteilung. Sie treten beide parietal und über der Mittellinie dominant auf. Die P3-1_(1&2) erreicht in zentralen und parietalen Elektrodenpositionen über der Mittellinie früher ihr Maximum als an den Seiten und die P3-2_(1&2) Komponente tritt zuerst an anterioren Positionen und erst danach zentro-parietal auf. Die pSW_(1&2) ist ebenfalls parietal dominant und in der Mitte größer als auf den Seiten, jedoch links größer als auf der rechten Kopfseite und erreicht ihr Maximum zentral früher als anteri-

or. Die dieser Darstellung der Verteilung zugrunde liegende statistische Analyse befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

Wie schon bei der Auswertung über alle Trials zeigen sich auch bei der getrennten Auswertung für die erste und zweite Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung keine den Faktor Bias einschließenden signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte für die Amplituden der CSEKP Komponenten. Die direkten Einzelvergleiche innerhalb der Elektrodenpositionen getrennt für die beiden Hälften ergeben wiederum signifikante und tendenzielle Effekte der erwarteten Richtung. So ergaben sich beim Vergleich der ersten Versuchshälften zwischen der nb- und pb-Gruppe zwei signifikante (pl, pr) und ein tendenzieller Effekt (cl) sowie zwischen der nb- und k-Gruppe fünf signifikante Vergleiche (am, ar, cl, cm, cr) [nb-pb: cl₁: $t(28) = -1,54$; $p = 0,068$ (einseitig); nb₁: $M = -3,12$; $SD = 1,2$. pb₁: $M = -2,22$; $SD = 1,9$. pl₁: $t(28) = -1,76$; $p = 0,045$ (einseitig); nb₁: $M = -4,77$; $SD = 1,2$. pb₁: $M = -2,92$; $SD = 3,02$. pr₁: $t(28) = -1,66$; $p = 0,054$ (einseitig); nb₁: $M = -3,12$; $SD = 2,72$. pb₁: $M = -2,62$; $SD = 3,18$. nb-k: am₁: $t(28) = -1,74$; $p = 0,046$ (einseitig); nb₁: $M = -2,43$; $SD = 1,55$. k₁: $M = -1,53$; $SD = 1,25$. ar₁: $t(28) = -1,74$; $p = 0,047$ (einseitig); nb₁: $M = -2,42$; $SD = 1,37$. k₁: $M = -1,51$; $SD = 1,48$. cl₁: $t(28) = -2,32$; $p = 0,014$ (einseitig); nb₁: $M = -3,12$; $SD = 1,2$. k₁: $M = -2,15$; $SD = 1,08$. cm₁: $t(28) = -2,53$; $p = 0,009$ (einseitig); nb₁: $M = -3,47$; $SD = 1,72$. k₁: $M = -1,85$; $SD = 1,78$. cr₁: $t(28) = -2,4$; $p = 0,012$ (einseitig); nb₁: $M = -2,97$; $SD = 1,41$. k₁: $M = -1,85$; $SD = 1,13$]. Beim Vergleich der zweiten Versuchshälfte zwischen der nb- und pb-Gruppe zeigten sich zwei (cl, pl) und zwischen der nb- und k-Gruppe drei signifikante Vergleiche (al, am, ar) [nb-pb: cl₂: $t(28) = -1,72$; $p = 0,049$ (einseitig); nb₂: $M = -2,83$; $SD = 1,8$. pb₂: $M = -1,61$; $SD = 2,1$. pl₂: $t(28) = -2,85$; $p = 0,008$ (einseitig); nb₂: $M = -4,8$; $SD = 2,7$. pb₂: $M = -2,29$; $SD = 2,08$. nb-k: al₂: $t(28) = -1,33$; $p = 0,098$ (einseitig); nb₂: $M = -1,67$; $SD = 1,37$. k₂: $M = -1,07$; $SD = 1,1$. am₂: $t(28) = -1,66$; $p = 0,054$ (einseitig); nb₂: $M = -2,51$; $SD = 1,64$. k₂: $M = -1,62$; $SD = 1,29$. ar₂: $t(28) = -1,6$; $p = 0,06$ (einseitig); nb₂: $M = -2,29$; $SD = 1,75$. k₂: $M = -1,47$; $SD = 0,92$].

Bei der Untersuchung der Auswirkung des kWk auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit konnte wiederum nachgewiesen werden, dass die Latenzen in der positiven Bias-Bedingung für die N1_(1&2), P2_(1&2), N2_(1&2), P3-1_(1&2) und P3-2_(1&2) kleiner sind als in der negativen, während die Latenzen der neutralen Bias-Bedingung zwischen den beiden erstgenannten liegen. Dieser Effekt zeigt sich tendenziell für die N1_(1&2) [$F(2, 42) = 3,02$; $p = 0,059$, $power = 0,555$] und signifikant für die P2_(1&2) [$F(2, 42) = 5,32$; $p = 0,009$, $power = 0,811$] auch in der schließenden Statistik. Die Einzelvergleiche für die N1_(1&2) ergaben, dass die Latenzen in der pb-Bedingung kleiner sind als in der nb-Bedingung [$t(28) = 2,29$; $p = 0,030$] und auch tendenziell

kleiner sind als in der k-Bedingung [pb – k: $t(28) = -1,94$; $p = 0,063$]. Die Einzelvergleiche für die P2_(1&2) zeigten jeweils signifikant kleinere Latenzen der pb-Bedingung im Vergleich zur nb- [$t(28) = 2,92$; $p = 0,007$] und zur k-Bedingung [pb – k: $t(28) = -3,04$; $p = 0,005$].

Bei der Untersuchung von Lernprozessen konnte für die Amplituden und die Latenzen der N1, P2 und N2 Komponenten weder Haupteffekte des Faktors Zeit noch Interaktionseffekte der Faktoren Zeit und Bias - auch unter Berücksichtigung der Positionsfaktoren - ermittelt werden.

Bei der statistischen Analyse der P3-1 Amplitude wurde deutlich, dass diese von der ersten ($M = 3,54$, $SD = 1,85$) zur zweiten Versuchshälfte ($M = 2,95$, $SD = 1,99$) kleiner wird [$F(1, 42) = 7,93$; $p = 0,007$, $power = 0,79$]. Dieser Zeit-Effekt wurde ebenfalls als Interaktionseffekt mit dem Faktor Sagittal [$F(2, 84) = 4,88$; $p = 0,018$, $power = 0,79$] innerhalb zentraler [zentral₍₁₎: $M = 3,58$, $SD = 2,06$; zentral₍₂₎: $M = 3,09$, $SD = 2,31$; $t(44) = 2,16$; $p = 0,037$] und posteriorer Elektrodenpositionen [posterior₍₁₎: $M = 4,61$, $SD = 2,66$; posterior₍₂₎: $M = 3,53$, $SD = 2,7$; $t(44) = 3,34$; $p = 0,002$] wie auch mit dem Faktor Transversal $F(2, 84) = 3,16$; $p = 0,047$, $power = 0,59$] für linke [links₍₁₎: $M = 2,85$, $SD = 1,57$; links₍₂₎: $M = 2,47$, $SD = 1,8$; $t(44) = 2,12$; $p = 0,040$], mittlere [Mitte₍₁₎: $M = 4,68$, $SD = 2,39$; Mitte₍₂₎: $M = 3,92$, $SD = 2,62$; $t(44) = 2,72$; $p = 0,009$] und rechte Elektrodenpositionen [rechts₍₁₎: $M = 3,08$, $SD = 1,8$; rechts₍₂₎: $M = 2,45$, $SD = 1,77$; $t(44) = 3,01$; $p = 0,004$] gefunden.

Auch die Amplitude der P3-2 verkleinerte sich tendenziell von der ersten (P3-2₍₁₎: $M = 3,55$, $SD = 2,08$) zur zweiten Versuchshälfte [P3-2₍₂₎: $M = 3,05$, $SD = 2,25$; $F(1, 42) = 3,09$; $p = 0,086$, $power = 0,41$]. Dieser Zeit-Effekt zeigte sich ebenfalls als Interaktionseffekt mit dem Faktor Sagittal [$F(2, 84) = 6,05$; $p = 0,013$, $power = 0,87$] innerhalb posteriorer Elektrodenpositionen [posterior₍₁₎: $M = 5,27$, $SD = 3,18$; posterior₍₂₎: $M = 4,08$, $SD = 3,14$; $t(44) = 2,60$; $p = 0,013$].

Die Latenzen der pSW waren tendenziell im ersten Versuchsteil kleiner als im zweiten [$F(1, 42) = 3,06$; $p = 0,087$; pSW₍₁₎: $M = 1044,44$; $SD = 115,2$; pSW₍₂₎: $M = 1082,36$; $SD = 110,5$].

Abbildung 5.17 zeigt den bei der getrennten Auswertung für die erste und zweite Hälfte der Datenerhebung gefundenen Zeiteffekt: Die Amplitude der P3-1 und P3-2 sind in der zweiten Versuchshälfte kleiner als in der ersten.

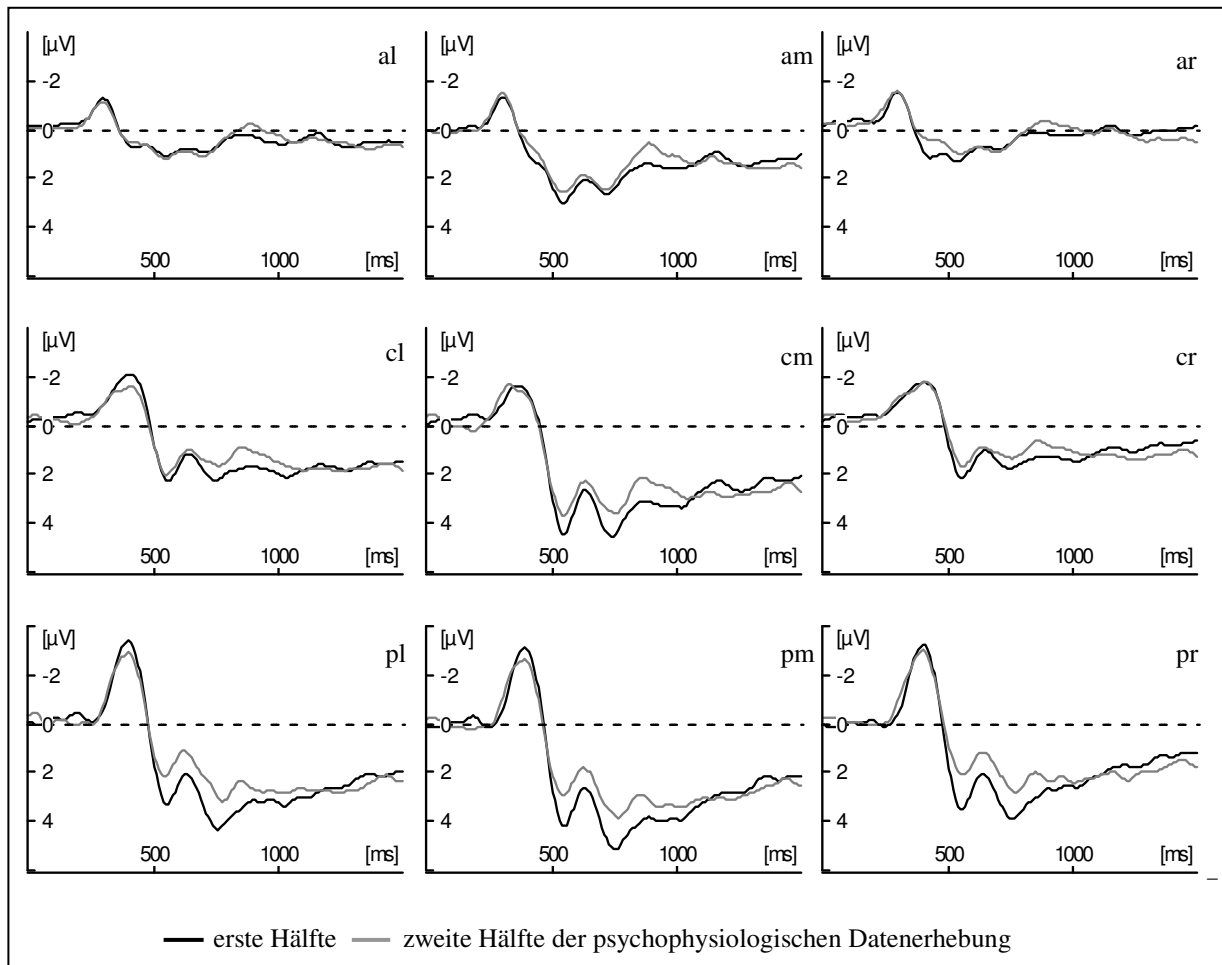


Abbildung 5.17: Spannung-Zeit-Diagramme der zentralnervösen Geruchsverarbeitung an den neun Elektrodenpools über alle Bias-Bedingungen für die erste (schwarz) und zweite Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung (grau). N = 45.

Die statistische Analyse zu Interaktionseffekten zwischen den Faktoren Zeit und Bias - auch unter Berücksichtigung der Positionsfaktoren - ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der Mittelwertverläufe zwischen der ersten und zweiten Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung (siehe Tabelle 2.25 und 2.26). Abbildung 5.18 stellt die Mittelwertverläufe der Amplituden und Latenzen der CSEKP-Komponenten über alle Elektrodenpositionen dar und Tabelle 5.27 und 5.28 zeigen die deskriptiven Daten.

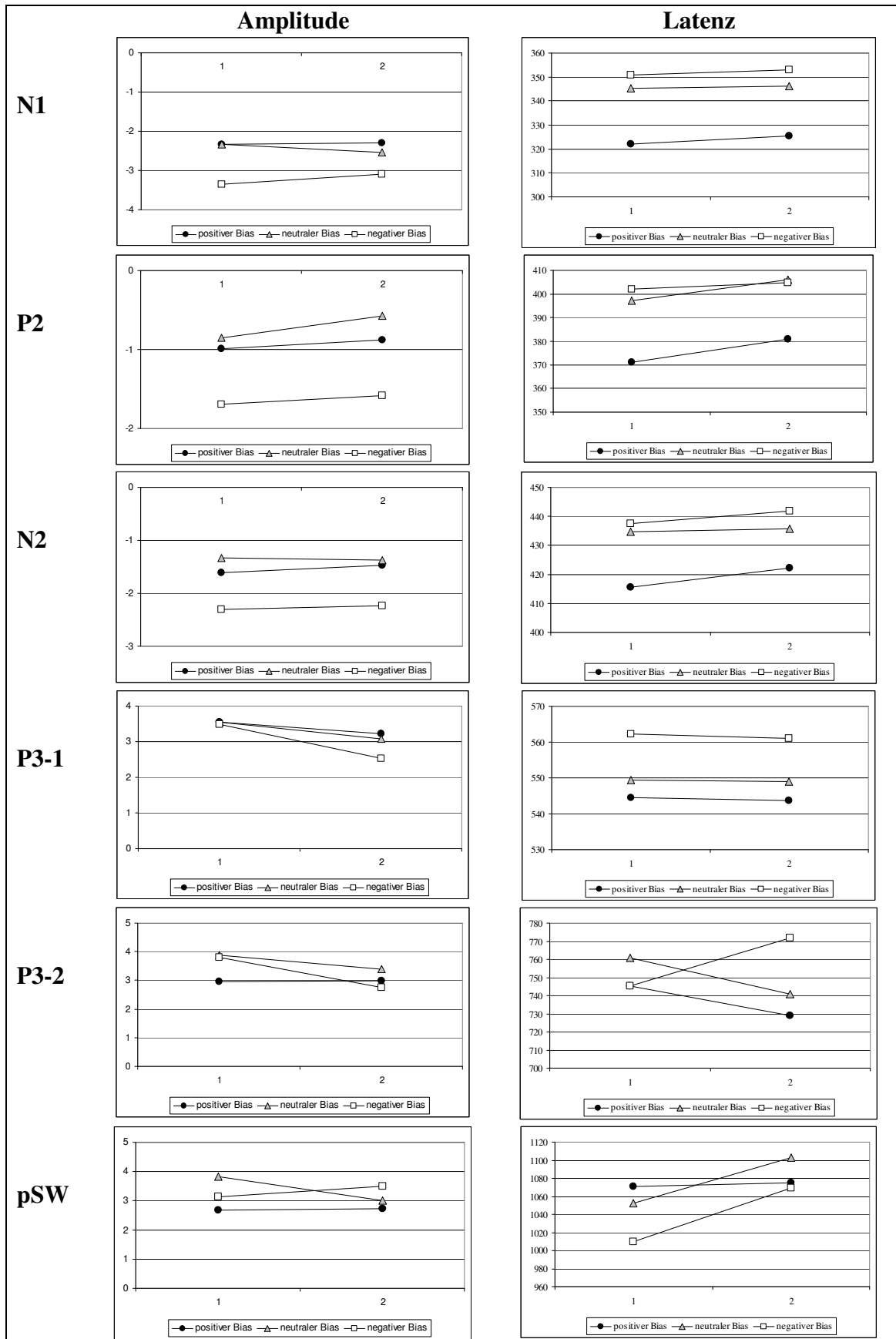


Abbildung 5.18: Mittelwertverläufe der CSEKP Amplituden und Latenzen zwischen der ersten und zweiten Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung für die drei Bias-Bedingungen

Tabelle 5.27: Mittlere Amplituden und Standardabweichungen der N1, P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW für die erste und zweite Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung

		<i>Positiver Bias</i>		<i>Neutraler Bias</i>		<i>Negativer Bias</i>	
		<i>1. Hälfte</i>	<i>2. Hälfte</i>	<i>1. Hälfte</i>	<i>2. Hälfte</i>	<i>1. Hälfte</i>	<i>2. Hälfte</i>
<i>N1</i>	<i>M</i>	-2,34	-2,29	-2,34	-2,53	-3,35	-3,09
	<i>(SD)</i>	(2,41)	(2,27)	(1,25)	(1,3)	(1,49)	(1,49)
<i>P2</i>	<i>M</i>	-0,99	-0,88	-0,85	-0,57	-1,69	-1,58
	<i>(SD)</i>	(2,76)	(2,61)	(1,8)	(1,68)	(1,62)	(1,62)
<i>N2</i>	<i>M</i>	-1,61	-1,47	-1,34	-1,38	-2,30	-2,24
	<i>(SD)</i>	(2,57)	(2,22)	(1,64)	(1,42)	(1,20)	(1,78)
<i>P3-1</i>	<i>M</i>	3,56	3,22	3,55	3,09	3,50	2,53
	<i>(SD)</i>	(2,07)	(2,12)	(1,67)	(2,17)	(1,93)	(1,73)
<i>P3-2</i>	<i>M</i>	2,97	3,0	3,89	3,4	3,8	2,75
	<i>(SD)</i>	(1,8)	(2,91)	(2,43)	(2,1)	(1,97)	(1,69)
<i>pSW</i>	<i>M</i>	2,69	2,72	3,83	3,0	3,13	3,5
	<i>(SD)</i>	(1,99)	(2,56)	(1,73)	(1,95)	(2,02)	(1,87)

Tabelle 5.28: Mittlere Latenzen und Standardabweichungen der N1, P2, N2, P3-1, P3-2 und pSW für die erste und zweite Hälfte der psychophysiologischen Datenerhebung

		<i>Positiver Bias</i>		<i>Neutraler Bias</i>		<i>Negativer Bias</i>	
		<i>1. Hälfte</i>	<i>2. Hälfte</i>	<i>1. Hälfte</i>	<i>2. Hälfte</i>	<i>1. Hälfte</i>	<i>2. Hälfte</i>
<i>N1</i>	<i>M</i>	321,89	325,56	345,37	346,22	350,81	353,07
	<i>(SD)</i>	(42,25)	(27,19)	(27,14)	(46,93)	(41,63)	(45,92)
<i>P2</i>	<i>M</i>	371,19	380,89	397,22	405,96	401,96	404,70
	<i>(SD)</i>	(32,54)	(21,14)	(27,68)	(35,69)	(29,06)	(39,34)
<i>N2</i>	<i>M</i>	(415,59	422,26	434,67	435,78	437,44	441,96
	<i>(SD)</i>	25,49)	(37,94)	(39,4)	(44,19)	(26,54)	(34,86)
<i>P3-1</i>	<i>M</i>	(544,48	543,67	549,33	548,96	562,22	560,92
	<i>(SD)</i>	30,58)	(34,39)	(32,59)	(36,42)	(36,56)	(35,25)
<i>P3-2</i>	<i>M</i>	745,44	729,15	760,96	740,74	745,44	771,81
	<i>(SD)</i>	(43,99)	(43,18)	(44,54)	(49,91)	(52,9)	(64,49)
<i>pSW</i>	<i>M</i>	1071,3	1075,15	1052,41	1102,59	1009,63	1069,33
	<i>(SD)</i>	(115,33)	(120,06)	(118,53)	(123,49)	(110,56)	(89,65)

In dieser Darstellung lassen sich die bereits beschriebenen Haupteffekte des Faktors Bias wiederfinden: Die Amplitude der N1 ist in der nb-Gruppe größer als in der pb- und auch als in der k-Gruppe und die Latenzen der N1, P2, N2 und P3-1 Komponenten sind konsistent in der pb-Gruppe am kleinsten. Für die Latenz der P3-2 Komponente lässt sich deskriptiv ein differenzieller Verlauf der Gruppenmittelwerte erkennen. Während die Latenz der P3-2 in der pb- und k-Gruppe von der ersten zur zweiten Versuchshälfte zunimmt, verringert sich die La-

tenz in der nb-Gruppe im Versuchsverlauf. Dieser deskriptiv beobachtete Interaktionseffekt erreichte jedoch nicht das gesetzte Signifikanzniveau [$F(2, 42) = 2,28; p = 0,115$].

Zusammenfassung: Lernprozesse

Die Hypothesen zu den differentiellen Lernprozessen in den Experimentalgruppen konnten nicht statistisch bestätigt werden. Die Amplituden der Komponenten in der nb-Gruppe nehmen nicht von der ersten zur zweiten Versuchshälfte zu, noch nehmen die Amplituden selektiv in der pb-Gruppe ab. Für die Latenz der P3-2 Komponente lässt sich deskriptiv ein differenzieller Verlauf der Gruppenmittelwerte erkennen. Während die Latenz der P3-2 in der pb- und k-Gruppe von der ersten zur zweiten Versuchshälfte zunimmt, verringert sich die Latenz in der nb-Gruppe im Versuchsverlauf. Außerdem konnte eine Reduktion der P3-1 und P3-2 von der ersten zur zweiten Versuchshälfte für alle Experimentalgruppen nachgewiesen werden. Die Latenzen der N1, P2, N2, P3-1 und pSW sind nicht durch den kWk beeinflusst und entwickeln sich auch nicht statistisch signifikant über den Versuchsverlauf. Deskriptiv lässt sich jedoch ein Latenzeffekt der erwarteten Richtung für die P3-2 beschreiben. Hier nehmen die Latenzen zur zweiten Versuchshälfte in der nb-Gruppe selektiv ab und in beiden anderen Experimentalgruppen zu.

5.8 Persönlichkeitsmerkmale und körperliche und psychische Befindlichkeit

Im Folgenden werden die Möglichkeiten zur Vorhersage von Veränderungen der körperlichen und psychischen Befindlichkeit im Versuchsverlauf durch Persönlichkeitsmerkmale dargestellt. In den Analysen wurden nur bedeutsame Veränderungen ($p \leq 0,10$) berücksichtigt. Diese wurden zunächst über T-Tests für abhängige Stichproben innerhalb der Experimentalgruppen ermittelt. Tabelle 5.29 stellt die Ergebnisse der Vergleiche dar. Die Stichprobengrößen sind durch fehlende Werte bei den Berechnungen der Untergruppen csI und Wb der k-SL eingeschränkt [pb: $n = 15$ (k-SL: $n = 12$), k: $n = 15$ (csI: $n = 13$), nb: $n = 15$ (k-SL: $n = 13$)].

Tabelle 5.29: Bedeutsame Veränderungen in den Befindlichkeitsvariablen

		Signifikante Vergleiche		
		Positiver Bias	Neutraler Bias	Negativer Bias
	B-L	$t(14) = 1,97; p = 0,034$ (einseitig)	-	$t(14) = -2,48; p = 0,014$ (einseitig)
k-SL	Wb	-	-	$t(12) = -1,79; p = 0,050$ (einseitig)
	csI	-	$t(12) = -2,06; p = 0,061$ (zweiseitig)	$t(12) = -2,89; p = 0,007$ (einseitig)
	Valenz	$t(14) = -2,74; p = 0,008$ (einseitig)	$t(14) = 1,86; p = 0,084$ (zweiseitig)	$t(14) = 3,0; p = 0,005$ (einseitig)
SAM	Dominanz	-	-	-
	Arousal	$t(14) = 3,37; p = 0,005$ (zweiseitig)	-	$t(14) = 4,41; p = 0,001$ (zweiseitig)

In der pb-Gruppe nehmen die berichteten Beschwerden im Versuchsverlauf ab ($t_0: M = 3,27; SD = 1,22. t_2: M = 2,8; SD = 0,86$), die positive Valenz zu ($t_0: M = 6,07; SD = 1,67. t_2: M = 7,27; SD = 0,96$) und das Arousal ab ($t_0: M = 5,53; SD = 1,41. t_2: M = 3,47; SD = 2,0$). Für die k-Gruppe zeigt sich eine tendenzielle Zunahme der csI ($t_0: M = 0,45; SD = 0,34. t_2: M = 0,65; SD = 0,49$) und eine Abnahme der positiven Valenz ($t_0: M = 6,93; SD = 1,16. t_2: M = 6,07; SD = 1,58$). In der nb-Gruppe nehmen die Beschwerden ($t_0: M = 3,40; SD = 0,91. t_2: M = 4,27; SD = 1,67$) und die csI ($t_0: M = 0,5; SD = 0,31. t_2: M = 1,30; SD = 0,97$) zu, während die positive Valenz ($t_0: M = 6,87; SD = 1,30. t_2: M = 5,27; SD = 1,87$), das Wb ($t_0: M = 4,62; SD = 0,62. t_2: M = 4,18; SD = 0,56$) und das Arousal ($t_0: M = 5,87; SD = 1,19. t_2: M = 3,40; SD = 2,1$) abnehmen.

Im Anschluss wurden die Zusammenhänge zwischen den erhobenen Persönlichkeitsmerkmalen und den sich im Versuchsverlauf verändernden Befindlichkeitsmaßen untersucht. Hier wurden wiederum Personen mit Lügenskalawerten größer 4 ausgeschlossen. Als Veränderungsmaße wurden entsprechend der signifikanten Vergleiche (siehe Tabelle 5.27) die Differenzen der nach der Exposition erhobenen Werte (t_2) zu denen vor der Einführung der Bias-Bedingung (t_0) verwendet (für die Bedeutung dieser Veränderungsmaße siehe Tabelle 4.9). Ausreißer ($M - 1,5 \times SD > x > M + 1,5 \times SD$) in den für die jeweilige Gruppe bedeutenden Veränderungsmaßen wurden von der weiteren Analyse ausgeschlossen, um Zufallskorrelationen durch Extremwerte zu minimieren. Es werden die Korrelationen der Persönlichkeitsmerkmale mit den jeweils signifikanten Veränderungsmaßen für jede Gruppe einzeln dargestellt. Zur Analyse der linearen Vorhersagbarkeit der Veränderungen der Befindlichkeit durch die Persönlichkeitsvariablen wurden schrittweise Regressionsanalysen berechnet. Als potentielle Prädiktoren dienten dabei die Persönlichkeitsmerkmale Neurotizismus und Extraversion (Stanine) aus dem E-P-I, die Depressivität (Stanine-Werte) aus der D-S, die private und öffentliche Selbstaufmerksamkeit (Stanine) aus dem SAM-F sowie die Werte der CAUS Gruppen allgemeine Sensitivität, Körpersensitivität, Atmung, Haut / Allergie und sMCS.

5.8.1 Persönlichkeitsmerkmale und Veränderung der Befindlichkeit in der pb-Gruppe

Aus den Berechnungen der Korrelationen für die pb-Gruppe wurden fünf Vpn wegen Extremwerten ausgeschlossen. Tabelle 5.30 stellt die korrelativen Zusammenhänge der in der pb-Gruppe signifikanten Veränderungsmaße (BL, Valenz & Arousal im SAM) mit den Prädiktoren im Überblick dar.

Tabelle 5.30: Korrelationen (Pearson) der Persönlichkeitsmerkmale mit den signifikanten Veränderungsmaßen der pb-Gruppe [n = 10]

pb-Gruppe		signifikante Veränderungsmaße			
		B-L	Valenz	Arousal	
Prädiktoren	E-P-I	Neurotizismus	-0,25	-0,33	0,29
		Extraversion	0,36	-0,14	0,02
	D-S	Depressivität	-0,03	-0,06	0,32
	SAM-F	privat	-0,43	-0,2	-0,42
		öffentlich	-0,72*	-0,14	-0,11
	CAUS	allg. Sensitivitäts-Skala	-0,73*	0,01	-0,55+
		Körpersensitivität	-0,1	0,3	-0,25
		Atmung	-0,24	0,35	0,0
		Haut / Allergie	-0,42	0,12	-0,22
		sMCS	-0,26	0,3	0,0

Legende: +p < 0,1; *p < 0,05.

Es zeigen sich signifikante negative Korrelationen zwischen der Veränderung berichteter Beschwerden und der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit ($p = 0,019$) bzw. der allgemeinen Sensitivitätsskala ($p = 0,016$). Abbildung 5.19 verdeutlicht die gefundenen Korrelationen. Demnach verringern sich die berichteten Beschwerden bei der Präsentation eines vermuteten therapeutischen Agens umso mehr, je stärker ausgeprägt die öffentliche Selbstaufmerksamkeit und die selbst eingeschätzte allgemeine Sensitivität sind. In der schrittweisen Regressionsanalyse zur Vorhersage der Veränderung berichteter Beschwerden im Versuchsverlauf durch die Prädiktoren wurde die Variable allgemeine Sensitivität aufgenommen [$R^2_{\text{koriert}} = 0,481$, $F(1, 9) = 9,34$; $p = 0,016$; $\beta = -0,734$; $t = -3,06$; $p = 0,016$].

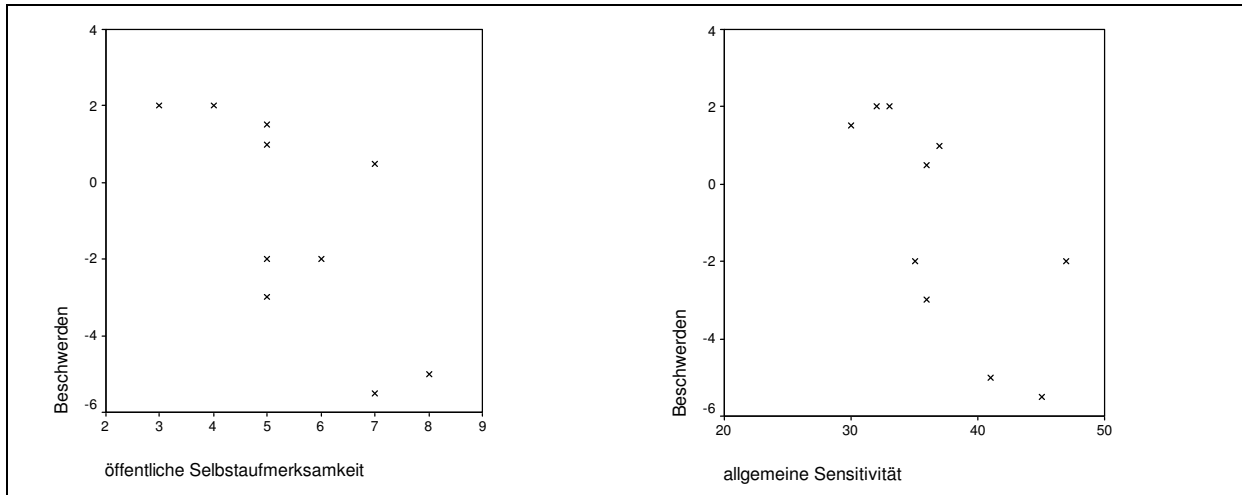


Abbildung 5.19: Korrelation zwischen den Persönlichkeitsmerkmalen öffentliche Selbstaufmerksamkeit, CAUS allgemeine Sensitivität und dem Beschwerden Veränderungsmaß

Außerdem ergibt sich eine tendenziell signifikante Korrelation zwischen dem Arousal-Veränderungsmaß und der allgemeinen Sensitivität ($p = 0,1$). Abbildung 5.20 veranschaulicht den gefundenen Zusammenhang. Demzufolge nimmt das Arousal in dieser Gruppe im Versuchsverlauf um so mehr ab, je stärker ausgeprägt die selbstberichtete allgemeine Sensitivität ist. Für die Vorhersage der Entwicklung des Arousals wie auch der Valenz erreichte keine der Prädiktoren das für die schrittweise Regressionsanalyse festgelegte Aufnahmekriterium und für das Valenz Veränderungsmaß ergaben sich auch keine signifikanten Korrelationen mit den Prädiktoren.

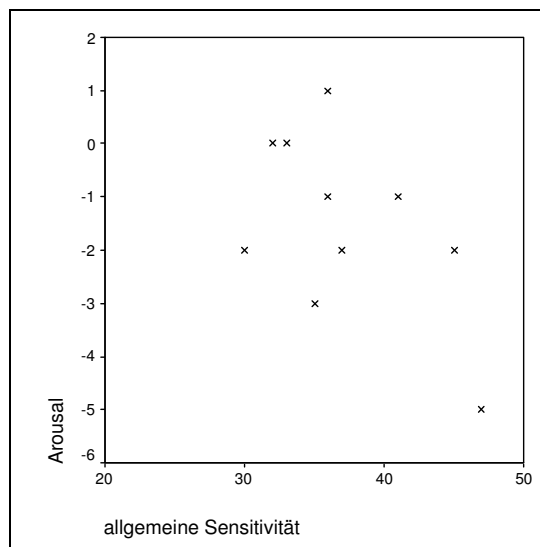


Abbildung 5.20: Korrelation zwischen der allgemeinen Sensitivität (CAUS) und dem Arousal-Veränderungsmaß

5.8.2 Persönlichkeitsmerkmale und Veränderung der Befindlichkeit in der k-Gruppe

Aus den Berechnungen der Korrelationen wurden vier Vpn wegen Extremwerten und zwei aufgrund von erhöhten Lügenskalawerten ausgeschlossen. Tabelle 5.31 stellt die korrelativen Zusammenhänge der in der k-Gruppe (n = 9) signifikanten Veränderungsmaße (csI, Valenz) im Überblick dar.

Tabelle 5.31: Korrelationen der Persönlichkeitsmerkmale mit den signifikanten Veränderungsmaßen der k-Gruppe (n = 9). Korrelationskoeffizienten nach Pearson

k-Gruppe		signifikante Veränderungsmaße	
		csI	Valenz
Prädiktoren	E-P-I Neurotizismus	0,11	0,56
	Extraversion	0,0	-0,04
	D-S Depressivität	0,04	-0,36
	SAM-F privat	0,73*	-0,08
	öffentlich	0,65+	0,0
	CAUS allg. Sensitivitäts-Skala	0,3	0,0
	Körpersensitivität	0,6+	0,39
	Atmung	0,37	0,09
	Haut / Allergie	-0,52	-0,38
	sMCS	0,38	0,12

Legende: +p < 0,1, *p < 0,05.

Es zeigen sich signifikante Korrelationen zwischen den Maßen der Selbstaufmerksamkeit und der Zunahme der csI (privat: $p = 0,027$; öffentlich: $p = 0,058$). Abbildung 5.21 stellt diesen Zusammenhang dar.

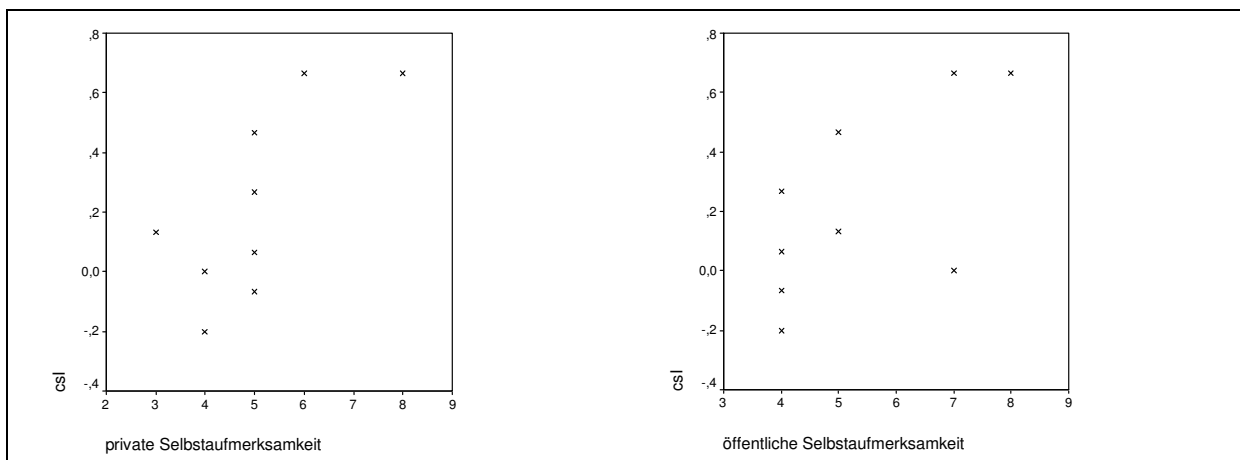


Abbildung 5.21: Korrelation zwischen den Persönlichkeitsmerkmalen öffentliche und private Selbstaufmerksamkeit und der Zunahme chemosensorischer Irritationen

Zur Vorhersage des Ausmaßes der Veränderung csI im Versuchsverlauf wurde in der schrittweisen Regressionsanalyse die Variable private Selbstaufmerksamkeit aufgenommen [$R^2_{\text{korrigiert}} = 0,727$; $F(1, 8) = 7,83$; $p = 0,027$; Koeffizienten: $\beta = 0,727$; $t = 2,8$; $p = 0,027$].

Hinsichtlich der Entwicklung der Valenz im Versuchsverlauf zeigen sich keine signifikanten Korrelationen zu den Persönlichkeitsmerkmalen. Passend zu diesem Ergebnis wurden auch keine der potentiellen Prädiktoren in der schrittweisen Regressionsanalyse aufgenommen.

5.8.3 Persönlichkeitsmerkmale und Veränderungen der Befindlichkeit in der nb-Gruppe

Aus den Berechnungen der Korrelationen wurden in der nb-Gruppe fünf Vpn wegen Extremwerten und zwei aufgrund von erhöhten Lügenskawerten ausgeschlossen. Tabelle 5.32 stellt die korrelativen Zusammenhänge der in der nb-Gruppe signifikanten Veränderungsmaße (BL, Wb, csI, Valenz & Arousal im SAM) mit den Prädiktoren im Überblick dar.

Tabelle 5.32: Korrelationen der Persönlichkeitsmerkmale mit den signifikanten Veränderungsmaßen der nb-Gruppe (n = 8)

		signifikante Veränderungsmaße				
		B-L	Wb	csI	Valenz	Arousal
Prädiktoren	E-P-I Neurotizismus	-0,4	0,36	-0,21	-0,11	-0,41
	Extraversion	0,6	0,39	0,32	-0,36	-0,28
	D-S Depressivität	-0,87**	-0,08	-0,64+	0,56	-0,15
	SAM-F privat	-0,37	-0,02	-0,51	0,41	0,33
	öffentlich	-0,14	-0,38	0,12	-0,2	-0,17
	CAUS allg. Sensitivitäts-Skala	0,31	0,04	0,35	-0,32	-0,44
	Körpersensitivität	-0,57	-0,13	-0,65+	0,46	0,02
	Atmung	-0,35	0,36	-0,44	0,25	-0,19
	Haut / Allergie	-0,17	-0,18	0,28	-0,19	-0,41
	sMCS	0,25	0,14	-0,09	0,0	0,51

Legende: $+p < 0,1$, $**p < 0,01$. Korrelationskoeffizienten nach Pearson.

Rein rechnerisch ergibt sich ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der Zunahme an Beschwerden bzw. tendenziell der Zunahme an csI und der Depressivität ($p = 0,006$; $p = 0,087$). Abbildung 5.22 stellt die Datenbasis hierfür dar. Es wird deutlich, dass die Korrelationen durch einen Wert zustande kommen. Vor diesem Hintergrund und unter Be-

rücksichtigung der ansonsten niedrigen Korrelationen wurde von den Berechnungen zur Vorhersagbarkeit der Veränderung von Beschwerden aus den Prädiktoren abgesehen.

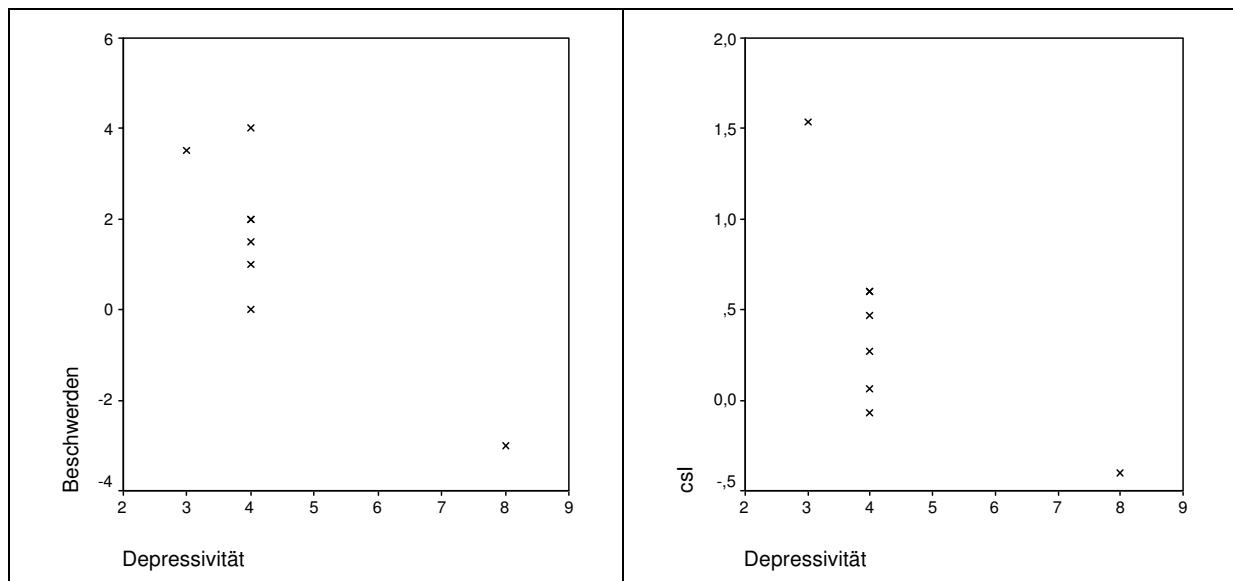


Abbildung 5.22: Korrelation zwischen der Depressivität und der Zunahme von Beschwerden

Für die csI zeigte sich ein weiterer tendenzieller, negativer Zusammenhang mit der Körpersensitivität ($p = 0,080$). Je größer demnach die berichtete Körpersensitivität desto geringer die Zunahme csI. In den Berechnungen zur Vorhersagbarkeit der Veränderung csI zeigte sich gemäß den niedrigen Korrelationen keiner der Prädiktoren als bedeutsam. Hinsichtlich der Entwicklung des Wb, der Valenz und des Arousal ergaben sich ebenfalls keine signifikanten Korrelationen und passend dazu erreichte in keiner der berechneten schrittweisen Regressionsanalysen einer der Prädiktoren das gesetzte Aufnahmekriterium.

Zusammenfassung: Persönlichkeitsmerkmale und Veränderung der Befindlichkeit

Bei den Probandinnen der pb-Gruppe ergeben sich signifikante Veränderungen der Befindlichkeit: Durch die Präsentation eines vermeintlichen therapeutischen Agens nehmen die berichteten Beschwerden und das Arousal ab und die positive Valenz zu. Bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Persönlichkeitsvariablen und der Reduktion von Beschwerden ist zu erkennen, dass sich die berichteten Beschwerden um so mehr reduzieren, je stärker ausgeprägt die selbst eingeschätzte allgemeine Sensitivität und die öffentliche Selbstaufmerksamkeit sind. Die Stärke der Reduktion von Beschwerden lässt sich außerdem vorhersagen durch das Ausmaß selbstberichteter allgemeiner Sensitivität. Die Veränderung des Arousal ist entsprechend den gefundenen Zusammenhängen in ähnlicher Weise von der selbstberichte-

ten allgemeinen Sensitivität abhängig: Je höher die selbstberichtete allgemeine Sensitivität desto größer die Reduktion der Erregung im Versuchsverlauf.

Bei den Probandinnen der k-Gruppe ergeben sich signifikante Veränderungen der Befindlichkeit in der Valenz und hinsichtlich csI. Die positive Valenz nimmt demnach im Versuchsverlauf ab während csI zunehmen. Bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Persönlichkeitsvariablen und der Zunahme der csI zeigen sich bedeutsame Zusammenhänge mit den Skalen der Selbstaufmerksamkeit. Das Ausmaß der Zunahme csI lässt zudem vorhersagen aus der privaten Selbstaufmerksamkeit. Je größer die private Selbstaufmerksamkeit, desto mehr csI entwickeln sich im Versuchsverlauf. Hinsichtlich der Entwicklung der Valenz zeigen sich keine signifikanten Korrelationen.

In der nb-Gruppe nehmen die Beschwerden und csI im Versuchsverlauf zu und das Wb, die positive Valenz und das Arousal ab. Durch den Ausschluss von Extremwerten war die Datenbasis zur Berechnung von Zusammenhangsmaßen in der nb-Gruppe stark reduziert und es zeigten sich keine der Prädiktoren als für die Vorhersage der Befindlichkeitsveränderungen bedeutsam. Dies ist auf die großen interindividuellen Differenzen in den Befindlichkeitsmaßen im Anschluss an die wiederholte Duftpräsentation während der psychophysiologischen Datenerhebung zurückzuführen. Ein Vergleich der Streuungen der Werte in den Befindlichkeitsmaßen vom ersten und zweiten MZP verdeutlicht diesen Befund (BL: 1.MZP SD = 0,91; 2. MZP SD = 1,67. Wb: 1. MZP SD = 0,62; 2.MZP SD = 0,56. csI: 1.MZP SD = 0,31; 2.MZP = 0,97. Valenz: 1.MZP SD = 1,3; 2. MZP SD = 1,87. Arousal: 1. MZP SD = 1,19; 2. MZP SD = 2,1). Mit einer Ausnahme (Wb) sind die Streuungen der zum zweiten MZP erhobenen Werte deutlich größer.

5.9 Persönlichkeitsmerkmale und Geruchsverarbeitung

5.9.1 Persönlichkeitsmerkmale und geruchliche Wahrnehmungsschärfe

Von den Berechnungen zu den Zusammenhängen zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und der geruchlichen Wahrnehmungsschärfe innerhalb der Bias-Bedingungen und für die Gesamtstichprobe wurden ebenfalls die Werte derjenigen Vpn ausgeschlossen, die in der Lügenskala des E-P-I fünf oder mehr Punkte aufwiesen. Tabelle 5.33 gibt einen Überblick der korrelativen Beziehungen zwischen der mittleren Wahrnehmungsschärfe (siehe 4.4.9.2 Abhängige Variablen Design 9) und den Persönlichkeitseigenschaften.

Tabelle 5.33: Korrelationen (Pearson) der Persönlichkeitsmerkmale mit der mittleren Wahrnehmungsschärfe (N = 41, pb: n = 15, k: n = 13, nb: n = 13)

		<i>Wahrnehmungsschärfe</i>	
<i>E-P-I</i>	<i>Neurot.</i>	pb	-0,31
		k	0,29
		nb	-0,19
		ges.	0,11
	<i>Extrav.</i>	pb	-0,27
		k	-0,41
		nb	0,13
		ges.	-0,2
<i>D-S</i>	pb	0,69**	
	k	0,54+	
	nb	-0,19	
	ges.	0,38*	
<i>SAM-F</i>	<i>privat</i>	pb	0,07
		k	0,06
		nb	0,05
		ges.	0,04
	<i>öffentl.</i>	pb	0,31
		k	0,08
		nb	0,03
		ges.	0,13
<i>CAUS</i>	<i>Allg. S.</i>	pb	0,17
		k	0,45
		nb	-0,17
		ges.	0,09
	<i>Körpers.</i>	pb	0,28
		k	0,0
		nb	-0,04
		ges.	0,01
	<i>Armung</i>	pb	0,39
		k	0,25
		nb	-0,18
		ges.	0,1
	<i>H/A</i>	pb	-0,01
		k	0,3
		nb	-0,4
		ges.	-0,08
<i>SMCS</i>	pb	0,37	
	k	0,08	
	nb	-0,18	
	ges.	0,04	

Legende: + $p < 0,1$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Es zeigen sich signifikante Korrelationen zwischen der Depressivität und der geruchli-
chen Wahrnehmungsschärfe in der pb-Gruppe ($p = 0,004$) und über alle Vpn ($p = 0,016$) wie
auch tendenziell in der k-Gruppe ($p = 0,059$). Abbildung 5.23 veranschaulicht diese Bezie-
hung graphisch.

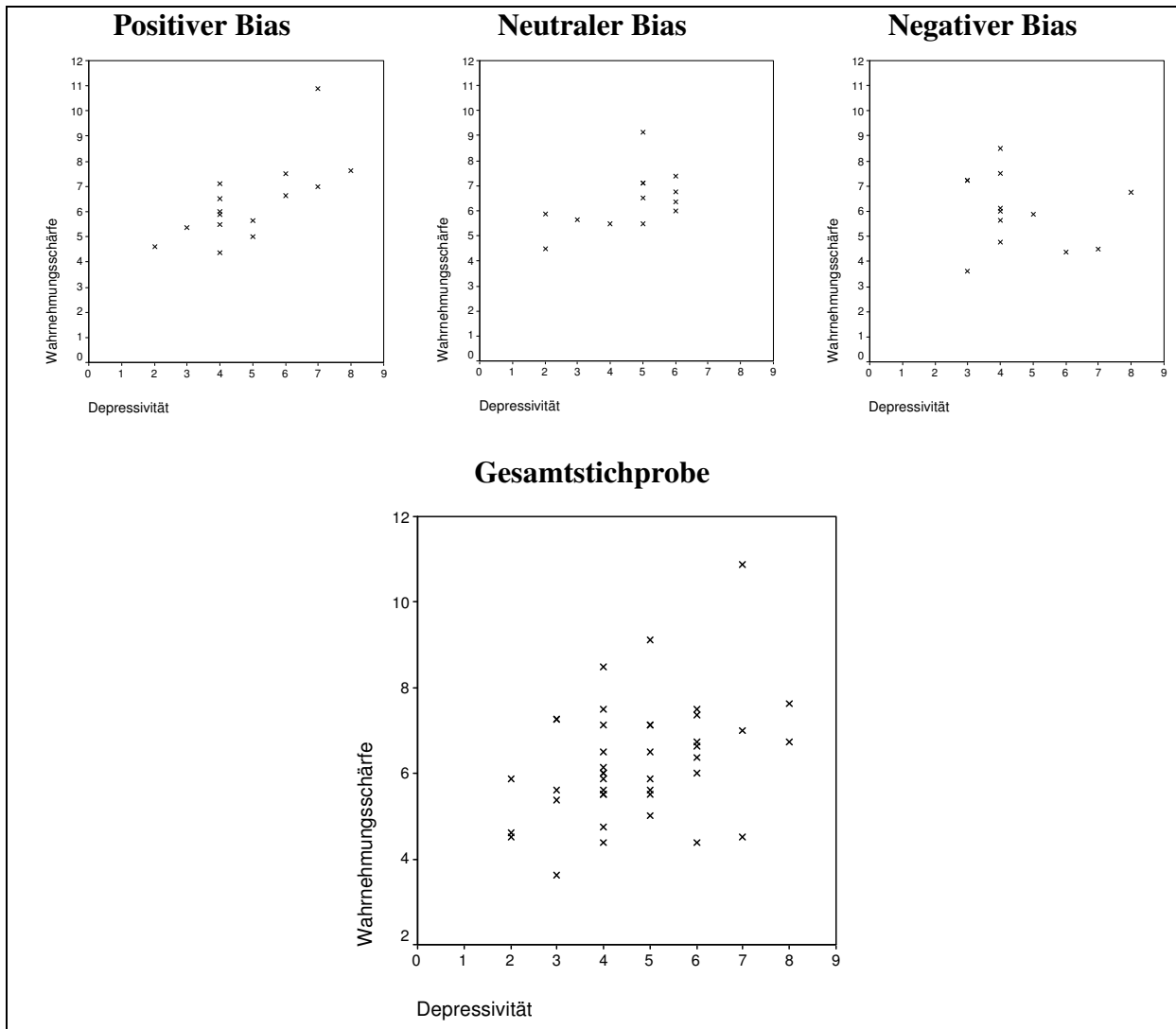


Abbildung 5.23: Korrelation der Depressivitäts-Werte mit der geruchlichen Wahrnehmungsschärfe in der positiven, neutralen und negativen Bias-Bedingung (oben) und ohne Berücksichtigung der Instruktion (unten), große Werte bedeuten hohe Sensitivität

Zur Analyse der linearen Vorhersagbarkeit der Wahrnehmungsschärfe durch Persönlichkeitsmerkmale wurden schrittweise Regressionsanalysen getrennt für jede Bias-Gruppe und für die Gesamtstichprobe durchgeführt. Als potentielle Prädiktoren dienten hier die Neurotizismus und Extraversion Werte (Stanine) aus dem E-P-I, die Depressivität (Stanine) aus der D-S, die private und öffentliche Selbstaufmerksamkeit (Stanine) aus dem SAM-F sowie die Werte der CAUS Gruppen allgemeine Sensitivität, Körpersensitivität, Atmung, Haut / Allergie und sMCS. Für die pb-Gruppe wurde in der schrittweisen Regressionsanalyse die Variable Depressivität aufgenommen [$R^2_{\text{korrigiert}} = 0,442$; $F(1, 14) = 12,08$; $p = 0,004$, Koeffizienten Depressivität: $\beta = 0,694$, $t = 3,48$; $p = 0,004$]. Bei der gesonderten Analyse für die k- und nb-Gruppe wurden gemäß den Kriterien keine der Prädiktoren zur Vorhersage der Wahrnehmungsschärfe ermittelt. Bei der Analyse über alle Vpn wurde jedoch wiederum die Vari-

able Depressivität aufgenommen [$R^2_{\text{korr}} = 0,118$; $F(1, 40) = 6,38$; $p = 0,016$, Koeffizienten Depressivität: $\beta = 0,375$, $t = 2,53$; $p = 0,016$].

Zusammenfassung: Persönlichkeitsmerkmale und geruchliche Wahrnehmungsschärfe

Es konnte ein linearer Zusammenhang zwischen der Depressivität und der Wahrnehmungsschärfe für die Gesamtstichprobe wie auch für die pb-Gruppe und tendenziell auch für die k-Gruppe gefunden werden. Demnach nimmt die Wahrnehmungsschärfe mit ansteigender Depressivität zu.

5.9.2 Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung

Von den Berechnungen zu den Zusammenhängen zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und den Maßen der zentralnervösen Geruchsverarbeitung innerhalb der Bias-Bedingungen und für die Gesamtstichprobe wurden ebenfalls die Werte derjenigen Vpn ausgeschlossen, die in der Lügenskala des E-P-I fünf oder mehr Punkte aufwiesen. Tabelle 5.34 gibt einen Überblick der korrelativen Beziehungen zwischen den mittleren Amplituden und Latenzen der CSEKP-Komponenten und den Persönlichkeitseigenschaften.

Tabelle 5.34: Korrelationen (Pearson) der Persönlichkeitsmerkmale mit den mittleren Amplituden und Latenzen der CSEKP Komponenten (N = 41, pb: n = 15, k: n = 13, nb: n = 13)

			N1		P2		N2		P3-1		P3-2		pSW	
			Amplitude	Latenz	Amplitude	Latenz	Amplitude	Latenz	Amplitude	Latenz	Amplitude	Latenz	Amplitude	Latenz
<u>E-P-I</u>	Neurot.	pb	0,17	-0,01	0,05	-0,02	0,05	0,09	0,24	0,14	0,19	0,25	0,28	0,08
		k	-0,32	0,45	-0,18	0,18	-0,19	0,06	-0,03	0,15	0,23	-0,27	-0,12	-0,29
		nb	-0,1	-0,29	0,12	-0,18	0,0	-0,1	-0,32	-0,27	-0,29	-0,3	0,06	0,1
		ges.	-0,01	0,0	0,03	-0,02	0,0	0,03	-0,04	-0,01	0,05	-0,08	0,14	0,01
	Extrav.	pb	0,06	-0,29	0,07	-0,04	0,03	0,09	-0,39	-0,38	-0,15	0,31	-0,09	-0,09
		k	-0,14	-0,08	0,14	0,17	0,23	0,04	0,3	-0,06	0,2	0,21	0,21	-0,14
		nb	0,03	0,21	-0,1	0,15	0,12	0,1	0,14	0,26	-0,07	0,26	-0,03	0,11
		ges.	-0,05	0,02	0,0	0,13	0,09	0,11	-0,04	-0,06	0,0	0,27	0,03	-0,06
<u>D-S</u>	pb	0,02	-0,08	-0,01	0,03	-0,03	0,13	0,17	0,38	0,19	-0,23	0,27	0,03	
	k	-0,3	0,14	-0,04	0,15	-0,02	0,17	-0,14	0,15	0,18	0,13	-0,01	-0,03	
	nb	-0,21	-0,11	-0,31	-0,21	-0,45	-0,25	-0,45	-0,25	-0,27	-0,05	-0,19	0,07	
	ges.	-0,08	-0,07	-0,08	-0,07	-0,16	-0,01	-0,1	0,11	0,04	-0,08	0,05	0,02	
<u>SAM-F</u>	privat	pb	0,1	0,1	-0,02	-0,26	0,03	-0,36	0,28	-0,05	-0,02	0,17	-0,05	0,2
		k	0,34	0,23	-0,08	-0,18	-0,1	-0,33	0,39	-0,01	-0,07	-0,15	0,29	0,63*
		nb	0,05	-0,24	0,15	-0,21	0,05	-0,04	0,08	0,02	0,35	-0,43	0,12	-0,2
		ges.	0,08	0,09	0,0	-0,1	0,01	-0,17	0,19	0,01	0,1	-0,04	0,13	0,19
	öffentl.	pb	-0,31	0,47+	-0,3	0,01	-0,28	-0,17	0,03	0,14	0,36	-0,1	0,37	-0,27
		k	0,04	0,29	0,04	-0,16	0,01	-0,19	0,51+	-0,15	0,27	-0,08	-0,47	0,22
		nb	0,36	-0,15	0,49+	0,06	0,3	0,29	-0,06	0,3	0,14	-0,22	0,14	0,22
		ges.	-0,06	0,2	0,0	0,05	-0,01	0,03	0,08	0,14	0,26	-0,09	0,32*	0,07
<u>CAUS</u>	Allg. S.	pb	-0,22	0,47+	-0,43	0,05	-0,39	-0,09	0,11	0,04	0,41	0,62*	0,25	-0,59*
		k	-0,08	0,27	-0,24	-0,15	-0,31	-0,26	0,05	-0,06	-0,09	0,03	-0,24	-0,02
		nb	0,21	0,22	0,31	0,24	0,39	0,23	0,29	0,25	0,17	0,02	0,35	0,3
		ges.	-0,12	0,39*	-0,18	0,19	-0,1	0,05	0,12	0,11	0,19	0,28	0,19	-0,06
	Körpers.	pb	-0,46+	0,17	-0,5+	0,37	-0,52*	0,32	-0,37	0,45+	-0,11	-0,15	-0,16	-0,44
		k	-0,47	0,47	-0,14	0,54+	-0,14	0,26	-0,02	0,24	0,25	0,0	0,04	-0,32
		nb	-0,15	-0,08	0,08	0,04	-0,11	0,22	-0,28	0,1	0,02	-0,43	0,12	0,07
		ges.	-0,36*	0,15	-0,26	0,27	-0,3	0,28	-0,28	0,29	0,03	-0,19	-0,01	-0,21
	Atmung	pb	-0,13	0,23	-0,18	0,03	-0,2	0,05	0,02	0,35	0,33	-0,13	0,25	-0,13
		k	0,1	0,48+	-0,13	0,13	-0,19	-0,14	0,01	0,20	-0,01	-0,35	-0,21	-0,08
		nb	0,03	-0,15	0,09	-0,22	0,08	-0,22	0,14	-0,13	0,19	-0,09	0,32	-0,14
		ges.	-0,04	0,18	-0,08	0,01	-0,08	-0,07	0,05	0,12	0,17	-0,11	0,15	-0,05
	H/A	pb	-0,12	0,14	-0,35	-0,19	-0,28	-0,27	0,16	0,09	0,11	-0,24	0,41	0,11
		k	-0,22	0,1	0,03	-0,04	0,05	-0,06	0,06	-0,07	0,26	-0,03	-0,25	-0,41
		nb	0,05	-0,15	0,35	-0,04	0,24	-0,04	0,08	-0,23	0,01	-0,11	0,39	0,09
		ges.	-0,11	0,06	-0,05	-0,02	-0,01	-0,08	0,08	-0,05	0,14	-0,06	0,22	-0,08
	SMCS	pb	0,04	0,22	-0,02	-0,08	-0,04	-0,06	0,19	0,19	0,4	0,12	0,31	-0,27
		k	0,14	0,37	-0,05	0,04	-0,12	-0,19	0,09	0,14	-0,04	-0,32	-0,19	0,16
		nb	-0,07	-0,15	-0,03	-0,28	0,02	-0,34	0,26	-0,18	0,31	0,1	0,42	-0,35
		ges.	0,01	0,10	-0,03	-0,1	-0,03	-0,18	0,17	0,02	0,20	0,01	0,2	-0,13

Legende: +p < 0,1, *p < 0,05, **p < 0,01. Korrelationskoeffizienten nach Pearson.

5.9.2.1 Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung in der pb-Gruppe

Für die pb-Gruppe zeigten sich tendenziell Zusammenhänge zwischen der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit und der Latenz der N1 ($r = 0,47$; $p = 0,080$). Ebenso zwischen der allgemeinen Sensitivität und der Latenz der N1 ($r = 0,47$; $p = 0,078$), der P3-2 ($r = 0,62$; $p = 0,013$) und der pSW ($r = -0,59$; $p = 0,019$): Je größer demnach die allgemeine Sensitivität, desto größer auch die Latenz der N1, der P3-2 und desto kleiner die des pSW. Des Weiteren ergaben sich negative Zusammenhänge zwischen der Körpersensitivität und den Amplituden der N1 ($r = -0,46$; $p = 0,088$), der P2 ($r = -0,5$; $p = 0,061$) und der N2 ($r = -0,52$; $p = 0,047$) sowie einen positiven mit der Latenz der P3-1 ($r = 0,45$; $p = 0,096$). Je größer also die Körpersensitivität desto kleiner die Amplitude der N1, P2 und der N2. Abbildung 5.24 und 5.25 veranschaulichen die beschriebenen Korrelationen zwischen den Sensitivitätsmaßen und den Amplituden und Latenzen der CSEKP in der pb-Gruppe.

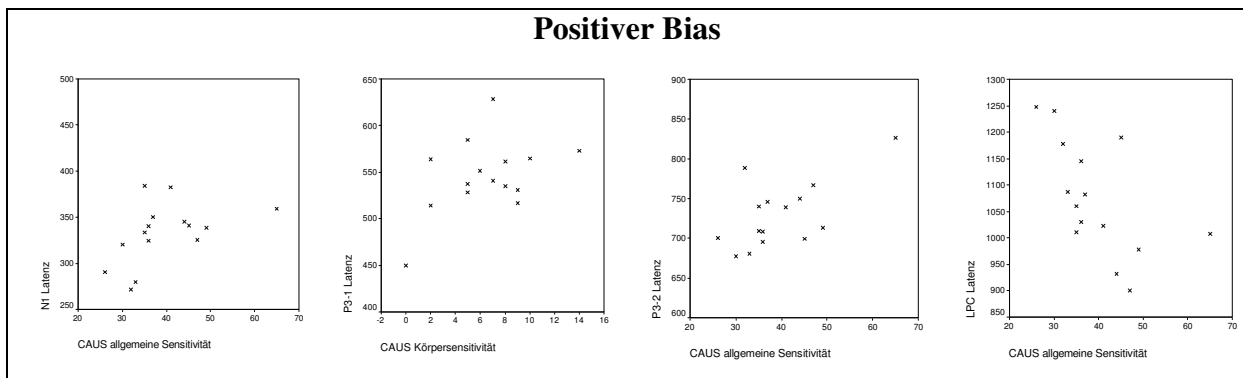


Abbildung 5.24: Korrelation der allgemeinen und Körper-Sensitivität mit den Latenzen der N1, P3-1, P3-2 und pSW in der pb-Gruppe.

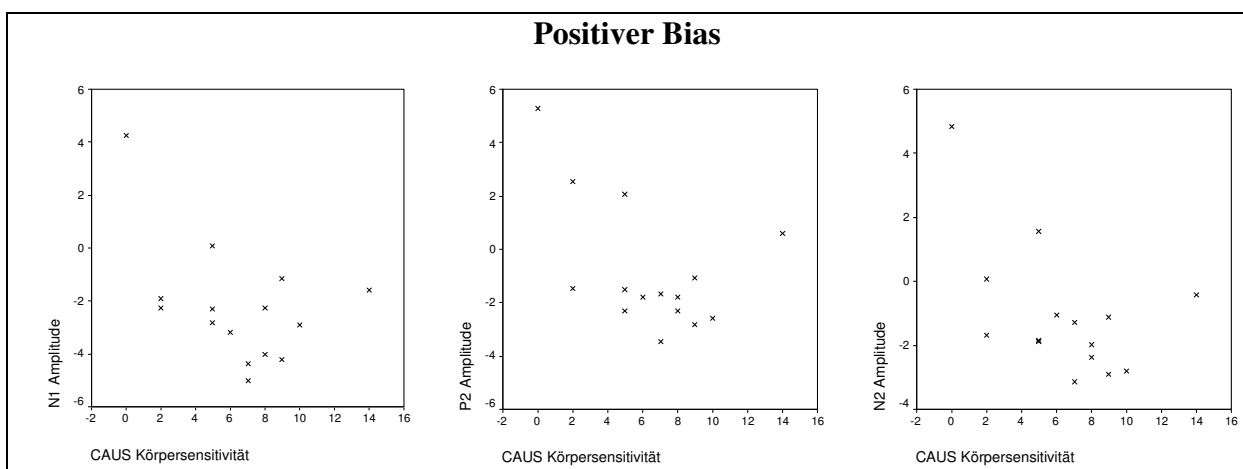


Abbildung 5.25: Korrelationen der Körpersensitivität mit den N1, P2 und N2 Amplituden in der positiven Bias-Bedingung

Zur Analyse der linearen Vorhersagbarkeit der CSEKP-Charakteristika durch Persönlichkeitseigenschaften wurden schrittweise Regressionsanalysen innerhalb der pb-Gruppe berechnet. Es werden nur die Analysen dargestellt, in denen das Aufnahmekriterium von mindestens einem Prädiktor überschritten wurde.

Bei der Analyse zur Vorhersage der N2 Amplitude wurde die Variable Körpersensitivität aufgenommen [$R^2_{\text{korr}} = 0,215$; $F(1, 14) = 4,83$; $p = 0,047$, Koeffizienten CAUS Körpersensitivität: $\beta = -0,521$, $t = -2,20$; $p = 0,047$]. Je größer demnach die Körpersensitivität in der pb-Gruppe, desto kleiner die Amplitude der P2 Komponente (siehe Abbildung 5.24).

Bei der Analyse zur Vorhersage der P3-2 Latenz wurden die Variablen allgemeine Sensitivität, Körpersensitivität und öffentliche Selbstaufmerksamkeit aufgenommen [$R^2_{\text{korr}} = 0,656$; $F(3, 14) = 9,91$; $p = 0,002$; Koeffizienten CAUS allgemeine Sensitivität: $\beta = 0,981$, $t = 5,34$; $p < 0,001$; Koeffizienten CAUS Körpersensitivität: $\beta = -0,561$, $t = -3,20$; $p = 0,008$; Koeffizienten öffentliche Selbstaufmerksamkeit: $\beta = -0,383$, $t = -2,31$; $p = 0,041$].

Bei der Analyse zur Vorhersage der pSW Latenz wurden die Variablen allgemeine Sensitivität und Neurotizismus aufgenommen [$R^2_{\text{korr}} = 0,515$; $F(2, 14) = 8,42$; $p = 0,005$; Koeffizienten CAUS allgemeine Sensitivität: $\beta = -0,901$, $t = -4,08$; $p = 0,002$; Koeffizienten Neurotizismus: $\beta = 0,569$, $t = 2,575$; $p = 0,024$].

5.9.2.2 Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung in der k-Gruppe

Für die k-Gruppe zeigte sich ein tendenzieller, positiver Zusammenhang zwischen der Körpersensitivität und der P2-Latenz ($r = 0,54$; $p = 0,054$) wie auch zwischen der Sensitivität hinsichtlich der Atmung und der N1-Latenz ($r = 0,48$; $p = 0,100$). Abbildung 5.26 zeigt die zugehörigen deskriptiven Daten.

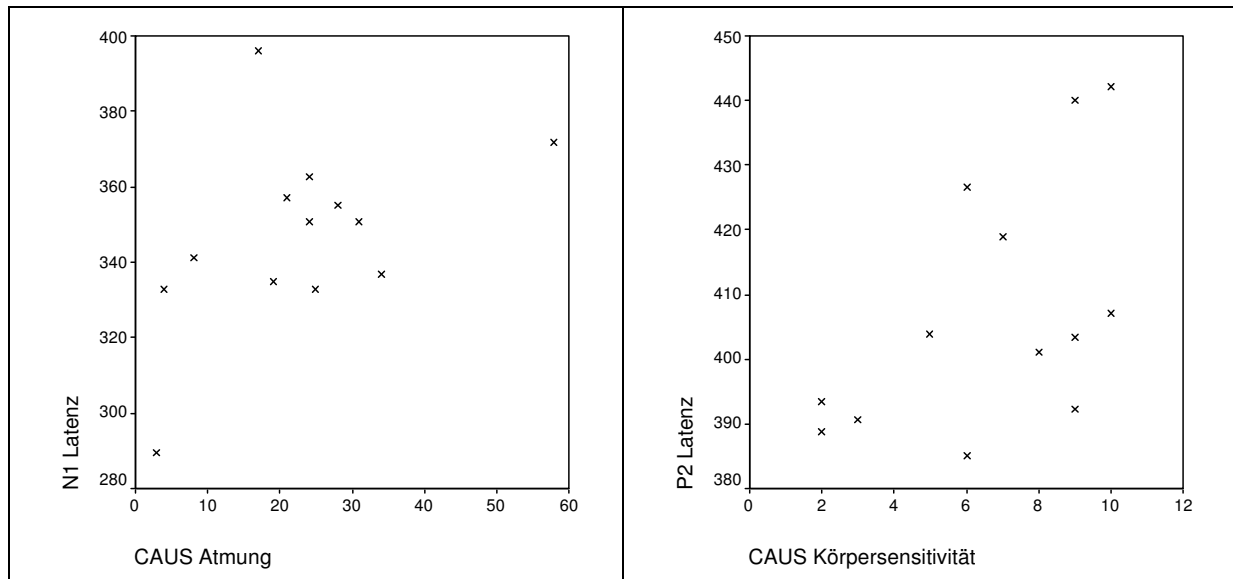


Abbildung 5.26: Korrelationen der Sensitivität bzgl. der Atmung mit der N1 Latenz und der Körpersensitivität mit der P2 Latenz in der k-Gruppe

Außerdem ergab sich ein positiver Zusammenhang zwischen der privaten Selbstaufmerksamkeit und der Latenz der pSW ($r = 0,63$; $p = 0,022$) und ein tendenzieller, positiver Zusammenhang zwischen der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit und der P3-1 Amplitude ($r = 0,51$; $p = 0,074$).

Bei der Analyse zur linearen Vorhersagbarkeit der pSW Latenz wurde die Variable private Selbstaufmerksamkeit aufgenommen [$R^2_{\text{korrigiert}} = 0,339$; $F(1, 12) = 7,15$; $p = 0,022$, Koeffizienten SAM-F privat: $\beta = 0,628$, $t = 2,67$; $p = 0,022$].

5.9.2.3 Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung in der nb-Gruppe

In der nb-Gruppe wurde lediglich ein tendenziell signifikanter Zusammenhang zwischen der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit und der P2 Amplitude ($r = 0,49$; $p = 0,091$) gefunden und es wurde keine der Variablen bei den Regressionsberechnungen aufgenommen.

5.9.2.4 Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung in der Gesamtstichprobe

Über alle Vpn zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit und der pSW Amplitude ($r = 0,32$; $p = 0,043$). Des Weiteren – ähnlich der pb-Gruppe – fand sich positiver Zusammenhang zwischen der allgemeinen Sensitivität und der N1-Latenz ($r = 0,39$; $p = 0,012$) wie auch ein negativer zwischen der Körpersensitivität und der N1-Amplitude ($r = -0,36$; $p = 0,02$) (Abbildung 5.27). Passend zu diesen Korrelatio-

nen wurden bei den Untersuchungen zur Vorhersagbarkeit der N1 Amplitude aus den Persönlichkeitsmerkmalen die Variable Körpersensitivität [$R^2_{\text{korrigiert}} = 0,109$; $F(1, 40) = 5,90$; $p = 0,020$, Koeffizienten CAUS Körpersensitivität: $\beta = -0,362$, $t = -2,43$; $p = 0,020$] und bei denen zur Vorhersagbarkeit der N1 Latenz die allgemeine Sensitivität [$R^2_{\text{korrigiert}} = 0,129$; $F(1, 40) = 6,94$; $p = 0,012$, Koeffizienten CAUS allgemeine Sensitivität: $\beta = 0,389$, $t = 2,63$; $p = 0,012$] aufgenommen.

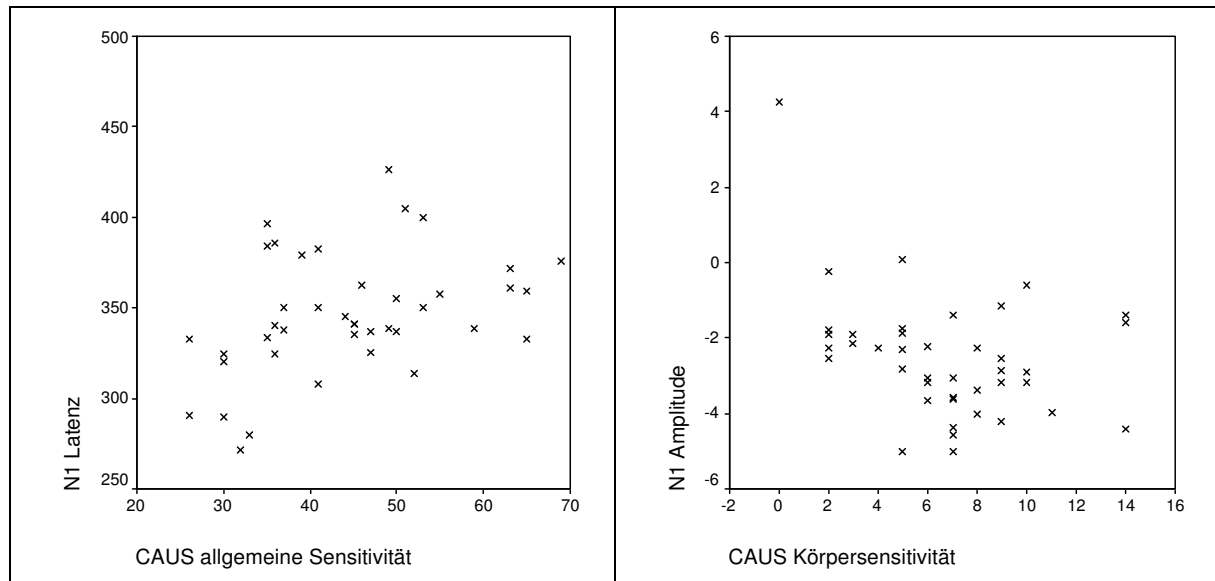


Abbildung 5.27: Korrelationen über alle Vpn zwischen der allgemeinen Sensitivität und der N1-Latenz (links) bzw. der Körpersensitivität mit der N1-Amplitude (rechts).

Außerdem wurde bei der Regressionsanalyse zur Amplitude der pSW die Variable öffentliche Selbstaufmerksamkeit aufgenommen [$R^2_{\text{korrigiert}} = 0,078$; $F(1, 40) = 4,38$; $p = 0,043$, Koeffizienten SAM-F öffentlich: $\beta = 0,318$, $t = 2,09$; $p = 0,043$].

Zusammenfassung: Persönlichkeitsmerkmale und zentralnervöse Geruchsverarbeitung

Für die pb-Gruppe zeigten sich positive Zusammenhänge zwischen der allgemeinen Sensitivität und der Latenz der N1 und der P3-2 sowie negative Zusammenhänge zwischen der Körpersensitivität und den Amplituden der N1, der P2 und der N2. Je größer demnach die allgemeine bzw. die Körpersensitivität desto größer die Latenz der N1 und P3-2 bzw. desto kleiner die Amplitude der N1, P2 und der N2. Die N2 Amplitude lässt sich aus der Körpersensitivität vorhersagen und die P3-2 Latenz aus einer Kombination der allgemeinen und Körpersensitivität und der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit, wobei letztere aufgrund der niedrigen Korrelationen mit dem Kriterium vermutlich als Suppressorvariable zu interpretieren ist.

In der k-Gruppe ergab sich ein tendenzieller, positiver Zusammenhang zwischen der Körpersensitivität und der P2-Latenz wie auch zwischen der Sensitivität hinsichtlich der Atmung und der N1-Latenz. Auch für die Gesamtstichprobe fand sich ein positiver Zusammenhang zwischen der allgemeinen Sensitivität und der N1-Latenz, die sich aus eben dieser Variable vorhersagen lässt wie auch ein negativer zwischen der Körpersensitivität und der N1-Amplitude, deren Ausprägung ebenfalls aus der Körpersensitivität geschätzt werden kann.

Außerdem zeigen sich Zusammenhänge zwischen Selbstaufmerksamkeit und der zentralnervösen Geruchsverarbeitung (pb-Gruppe: positive Korrelation zwischen der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit und der N1 Latenz. Für die k-Gruppe: positive Korrelation zwischen private Selbstaufmerksamkeit und pSW Latenz und zwischen der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit und der P3-1 Amplitude. Für die nb-Gruppe: positive Korrelation zwischen der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit und der P2 Amplitude. Gesamtstichprobe: positive Korrelation zwischen der pSW Amplitude und der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit).

6 DISKUSSION

Das Informationsverarbeitungsmodell chemosensorischer Wahrnehmung von Dalton und Hummel (2000) verdeutlicht, dass der bewusst wahrgenommene geruchliche Sinneseindruck nicht von Seiten der Geruchsmoleküle determiniert ist, sondern durch den aktuellen Wahrnehmungskontext bestimmt wird. Die geruchliche Wahrnehmung lässt sich als der Konstruktionsprozess (Foerster, 1995) eines autopoietischen, operativ geschlossenen und damit nicht instruierbaren Systems beschreiben (Maturana & Varela, 1984), welches die durch Geruchsmoleküle ausgelöste Zustandsveränderung entsprechend der internen Struktur interpretiert. Die integrative Verarbeitung chemosensorischer Reize wird neuronal realisiert durch Lernprozesse auf den verschiedenen Informationsverarbeitungsebenen [Rezeptoren (Zufall & Leinders-Zufall, 2000), PfK (Dade et al., 2002; Gottfried et al., 2002; Lebel et al., 2001; Vanderwolf & Zibrowski, 2001; Wilson, 1998), Amygdala (Otto et al., 2000; Walker et al., 2005) Hippokampus (Deshmukh & Bhalla, 2003; Dusek & Eichenbaum, 1997; Poellinger et al., 2001)], wechselseitige Projektionen zwischen den Verarbeitungsstufen (Illig, 2005; Wilson & Sullivan, 2003) und Berücksichtigung des aktuellen internen Status (O´Doherty, 2000; Rolls et al., 1996; Rolls, 2001; Schoenbaum, et al., 1998, 2001). Zu den nicht-chemosensorischen, modulierenden Faktoren des Wahrnehmungskontextes gehören unter anderem Informationen aus anderen Modalitäten (Dalton et al., 2000; Zellner & Kautz, 1990), die Stimmung (Chen & Dalton, 2005; Laudien et al., 2004; Pause et al., 2000, 2001, 2003, 2005; Serby et al., 1990, 1992; Steiner et al., 1993), die Aufmerksamkeit (Krauel et al., 1998, Pause et al., 1997; Spence et al., 2001), die Expositionsgeschichte (Dalton, 1997b, 2000, Dalton et al., 2003; Hulshoff Pol et al., 1998; Jacob et al., 2003; Möller et al., 1999; Orbaek et al., 1998; Smeets & Dalton, 2002), aber auch zeitstabilere Prozesse wie Persönlichkeitsmerkmale (Chen & Dalton, 2005; Larsson et al., 2000; Pause et al., 1998, Seeber et al., 2000, 2002; Spurgeon, 2002) oder chemische Überempfindlichkeit (Caccappolo et al., 2000; Dalton & Hummel, 2000; Doty et al., 1988; Hummel et al., 1996; Nordin et al., 2005; Ojima et al., 2002, Thriel et al., 2003). Von Bedeutung ist auch der kognitive Wahrnehmungskontext, in dem die Geruchswahrnehmung stattfindet. So beeinflusst der Name des Duftstoffes wie auch das Wissen um die Herkunft und potentielle Wirkung (z.B. Informationen über von dem Duft ausgehende Gefahr oder potentielle Bedrohung) die Wahrnehmung von Qualität und Intensität massiv (Dalton, 1996, 1999, 2002; Dalton et al., 1997a; Distel & Hudson, 2001; Herz, 2003; Herz & Cleff, 2001; Jones et al., 2000). Bisher wurden in der Literatur die Auswirkungen des Wahrnehmungskontextes für die subjektive Geruchswahrnehmung beschrieben. Als objektive Maße der Geruchsverarbeitung lassen sich die Wahrnehmungsschärfe (Doty & Laing, 2003) und

die CSEKP (Evans et al., 1993) untersuchen. Eine Modulation des CSEKP konnte durch verschiedene psychologische Merkmale wie Aufmerksamkeit (Krauel et al., 1998, 1999; Pause et al., 1997) oder die Stimmung [Depressivität (Pause et al., 2003), Hilflosigkeit (Laudien et al., 2004)] nachgewiesen werden.

In dieser Studie sollte untersucht werden, ob sich die deutlichen Effekte des kognitiven Wahrnehmungskontextes auf die subjektive Geruchsbewertung auch durch die elektrophysiologische Untersuchung der zentralnervösen Geruchsverarbeitung darstellen lassen.

Durch unterschiedliche Informationen über die Herkunft und potentielle Wirkung eines immer gleichen Duftes wurden drei experimentelle Gruppen hergestellt. Im positiven kWk wurden positive Wirkungen und eine natürliche Herkunft des verwendeten olfaktorischen Reizmaterials suggeriert. Im negativen kWk wurde durch Informationen über negative Wirkungen und eine industrielle Herkunft des Duftes ein Kontext von potentieller Gefahr und Bedrohung erzeugt. Eine dritte Wahrnehmungsbedingung mit neutraler Instruktion diente als experimentelle Kontrollgruppe. Zur Erhebung der subjektiven Geruchswahrnehmung wurde der Duft über Rating-Verfahren eingeschätzt und mithilfe einer Deskriptorenliste beschrieben. Zur Erfassung der Wahrnehmungsschärfe wurde an zwei MZP ein Wahrnehmungsschwellen-Test durchgeführt und die emotionale Reaktion auf den präsentierten Duft wurde erhoben. Zur Erfassung der zentralnervösen Geruchsverarbeitung und zur Untersuchung von Lernprozessen wurden die CSEKP analysiert. Schließlich wurden die Zusammenhänge zwischen ausgewählten Persönlichkeitsfaktoren einerseits und der Veränderung der Befindlichkeit im Versuchsverlauf sowie objektiven Maßen der Geruchswahrnehmung andererseits analysiert.

6.1 Auswirkungen des kWk auf die subjektiven Ratings

Die Einschätzung der Geruchsqualität wurde deutlich durch den kWk beeinflusst. Die Teilnehmerinnen der pb-Gruppe bewerten den Duft als angenehmer als die der nb-Gruppe und tendenziell auch als die k-Gruppe. Außerdem bewerten die Teilnehmerinnen der nb-Gruppe den Duft als unangenehmer als die Vpn der pb-Gruppe und auch als die der k-Gruppe. Damit konnte die bereits in verschiedenen Arbeiten dargestellte Beeinflussung der subjektiven Geruchswahrnehmung durch den kWk bestätigt werden (Distel & Hudson, 2001; Herz, 2003; Herz & Clef, 2001). Darüber hinaus zeigten sich auch Unterschiede in Verwendung von Deskriptoren zur Geruchsbeschreibung. Die meisten Deskriptoren negativer Valenz wurden in der nb-Gruppe verwendet und die pb-Gruppe beschrieb den Duft mit den meisten Deskriptoren positiver Valenz. Bei der gesonderten Untersuchung zur Verwendung trigeminaler De-

skriptoren fiel auf, dass in der nb-Gruppe mehr als doppelt so häufig wie in den beiden anderen Gruppen trigeminale Deskriptoren zur Duftbeschreibung verwendet wurden. Dieses Ergebnis passt zu dem von Caccappolo et al. (2000) beschriebenen Befund, dass MCS-Patienten bei der Präsentation von Rosenduft ebenfalls mehr trigeminale Symptome berichten als gesunde Kontrollen.

Es wurde angenommen, dass sich der kWk auf die Intensitätswahrnehmung auswirkt. Im Gegensatz zu anderen Studien, die einen solchen Effekt nachgewiesen haben, waren die Intensitätseinschätzungen der Experimentalgruppen in der vorliegenden Studie gleich. Diese Differenz ist erklärbar über die jeweilige Form der Duftpräsentation. Während die durch den kWk bedingten Intensitätssteigerungen bei konstanter Vorgabe der jeweiligen Düfte auftraten (Dalton, 1996, 1999, 2002; Dalton et al., 1997a) wurde in der vorliegenden Studie der Duft wiederholt für sehr kurze Zeitintervalle (300 ms) präsentiert, mit Pausen zwischen den einzelnen Präsentationen von 20 Sekunden. Dieses Vorgehen war notwendig, da die Ausprägung der CSEKP Komponenten abhängig ist vom verwendeten ISI (Hummel et al., 1996; Kobal, 2003; Wang et al., 2002). Pause und Krauel (2000) weisen auf die Existenz eines sensorischen Speichers in der olfaktorischen Modalität hin, der für mindestens 15 Sekunden die olfaktorische Information präsent hält, was sinnvoll erscheint, da gerade für diese Modalität hauptsächlich die Wahrnehmung von Veränderung der olfaktorischen Situation bedeutsam ist (Dalton, 2000). Es ist anzunehmen, dass bei dem verwendeten ISI von 20 Sekunden und der zusätzlichen aufgabengesteuerten Aufmerksamkeit jeder Reiz als neu und als eine bedeutsame Veränderung wahrgenommen und so auch nicht hinsichtlich der wahrgenommenen Intensität bewertet wurde.

Der kWk hat einen deutlichen Einfluss auf die emotionale Reaktion bei Duftpräsentation. Die Vpn in der pb-Bedingung fühlen sich in Reaktion auf den Duft wohler als die der nb-Gruppe und auch als die der k-Gruppe, wobei sich in der nb-Gruppe die affektive Reaktion auf den geruchlichen Stimulus im Versuchsverlauf verschlechtert (siehe Abbildung 5.5). Die Vpn der pb-Gruppe fühlten sich in Reaktion auf Duftpräsentationen dominanter als die der nb-Gruppe, bei denen auch hier eine Verschlechterung über die Zeit deutlich wird (siehe Abbildung 5.6). Außerdem fühlen sich die Teilnehmerinnen der pb-Gruppe in Reaktion auf den Duft weniger erregt als die der k-Gruppe, wobei hier der Verlauf zeigt, dass sich das berichtete Erregungsniveau der pb-Gruppe deutlich und das der nb-Gruppe weniger ausgeprägt über die Zeit reduziert, während das der k-Gruppe konstant bleibt. Diese Ergebnisse passen zu den Befunden zur Modulation der Bewertung chemosensorischer Reize durch den Wahrnehmungskontext (Distel & Hudson; 2001; Herz, 2003; Herz & Clef, 2001).

Auch die von Dalton (1996) beschriebenen Auswirkungen der Duftpräsentationen im jeweiligen kWk auf die allgemeine körperliche und psychische Befindlichkeit konnten durch die hier betriebene systematische Erhebung bestätigt werden. Nach der Exposition berichten die Teilnehmerinnen der nb-Gruppe mehr Beschwerden und mehr chemosensorische Irritationen als beide anderen Experimentalgruppen. Das körperliche Wohlbefinden ist in der pb-Gruppe größer als in der nb-Gruppe. Außerdem fühlen sich die Teilnehmerinnen der pb-Gruppe optimistischer, zufriedener und glücklicher als diejenigen der beiden anderen Gruppen. Ebenso unterscheidet sich das erlebte Erregungsniveau zwischen den Gruppen: Es ist in der k-Gruppe größer als in der pb- und nb-Gruppe während sich hinsichtlich des Dominanzenerlebens keine Gruppenunterschiede zeigen. Es wurde angenommen, dass das Erregungsniveau in Reaktion auf den Duftreiz in Richtung der vermuteten Wirkung des Stimulus beeinflusst wird. Durch Abgleich mit den Daten der k-SL (vgl. Tabelle 5.6) wird deutlich, dass in der pb-Gruppe entspannende Wirkungen und in der nb-Gruppe Benommenheit erlebt wurde.

Die berichteten Auswirkungen der Duftpräsentationen auf die emotionale Reaktion und die körperliche und psychische Befindlichkeit sind vollständig kongruent mit dem jeweiligen kWk. Der Glaube an eine Beeinflussung von Stimmung und Verhalten durch Gerüche ist allgemein weit verbreitet (van Toller, 1988), was vermutlich die postulierten Wirkungen des verwendeten Duftes für die Teilnehmerinnen plausibel erscheinen ließ. Aus der von Schachter und Singer (1962) vorgelegten Studie wird die zentrale Bedeutung des sozialen Kontextes und kognitiver Komponenten für die Erfahrung einer Emotion in Reaktion auf Reize deutlich. Demnach werden sowohl die Reizereignisse als auch die physiologische Erregung gleichzeitig anhand von situativen Hinweisreizen und Kontexterfahrungen kognitiv bewertet, wobei sich die Erfahrung einer Emotion aus der Interaktion des Erregungsniveaus und der Art der Bewertung resultiert. Knasko, Gilbert und Sabini (1990) konnten eindrucksvoll nachweisen, wie sehr kognitive Komponenten, hier in Form von Anforderungen der Situation, die geruchliche Empfindung beeinflussen können. Die Autoren erklärten den Versuchsteilnehmern, dass ein riechender Dampf (angenehm, unangenehm oder neutral) in den Versuchsraum gesprüht worden sei. Tatsächlich war jedoch keine geruchliche Substanz ausgebracht worden. Es konnte gezeigt werden, dass die hedonischen Bewertungen der Raumluft entsprechend der Instruktion beeinflusst werden. Darüber hinaus gaben diejenigen Teilnehmer, die vermeintlich einen positiven Geruch wahrnahmen, in Reaktion auf die vermeintliche Exposition eine positivere Stimmung an als diejenigen, die eine negative Instruktion erhalten hatten.

Ein weiteres empirisches Beispiel, in dem ebenfalls beeindruckend auf die Zusammenhänge zwischen Geruchswahrnehmung, kognitiven Einflüssen und körperlichen Sym-

ptomen hingewiesen wurde, ist bei Shusterman, Lipscomb, Neutra und Satin (1991) zu finden. Die Autoren untersuchten Menschen, die nahe Sondermülldeponien lebten im Hinblick auf die Beziehungen zwischen Symptomprävalenz (Kopfschmerz, Übelkeit, Irritationen der Augen und des Rachens) einerseits und umweltbezogenen Sorgen und der Häufigkeit von entsprechenden (petrochemischen) Geruchswahrnehmungen andererseits und fanden signifikant positive Zusammenhänge. Zum Beispiel war die Kopfschmerzhäufigkeit bei Personen, die öfter Gerüche bemerkten, um den Faktor 5,0 gesteigert gegenüber anderen, die keine Geruchswahrnehmungen angaben. Bei Personen, die viele umweltbezogene Sorgen angaben, war die Kopfschmerzhäufigkeit um den Faktor 10,8 und bei Personen, die zusätzlich häufige Geruchswahrnehmungen angaben, sogar um den Faktor 35,1 erhöht. Die Autoren erklären, dass diese Ergebnisse höchstwahrscheinlich nicht auf die Toxizität sondern vielmehr auf mediiierende kognitive Einflüsse wie Erinnerungsfehler oder Persönlichkeitsvariablen (Hypochondrie) zurückzuführen ist, und vermuten außerdem, dass bei Personen, die sich viele umweltbezogene Sorgen machen, Gerüche als sensorischer Hinweisreiz zur Manifestation autonomer oder stressassoziierter Symptome dienen.

Winters et al. (2003) konnten zeigen, dass Informationen über eine potentielle Gefährdung durch chemische Substanzen das Lernen von Symptomen in Reaktion auf Gerüche fördert. Sie führten ein Lernexperiment durch, bei dem Gerüche (CS) in einer Akquisitionsphase zusammen mit CO₂ (UCS) präsentiert wurden. Eine Teilnehmergruppe erhielt zusätzlich vor der Lernphase Informationen über die gesundheitliche Gefährdung durch eine rasch zunehmende, chemische Umweltverschmutzung (Info-Gruppe), während die andere Gruppe keinerlei solcher Informationen erhielt (No-Info-Gruppe). In der anschließenden Testphase, in der die Gerüche ohne den UCS präsentiert wurden, zeigte sich das Ausmaß der berichteten Symptome abhängig von der vorher erhaltenen Information: Nur die Teilnehmer der Info-Gruppe zeigten mehr Symptome in Reaktion auf die CO₂-assoziierten Gerüche, während in der No-Info-Gruppe keinerlei Lerneffekte nachgewiesen werden konnten.

Diese Befunde konnten in einer Studie von Devriese et al. (2004) näher spezifiziert werden. Die Autoren beeinflussten ähnlich Winters et al. (2003) durch die Vorgabe von Informationen über die gesundheitliche Gefährdung durch Umweltverschmutzung die berichteten Symptome in Reaktion auf Duftpräsentationen. Auch hier wurden Gerüche in einer Akquisitionsphase mit CO₂ oder Raumluft vermischt dargeboten. Bei der anschließenden Präsentation der Düfte ohne CO₂ Beimischung zeigte sich, dass nicht die tatsächlichen Kontingenzen für die Assoziation von gesundheitlichen Symptomen verantwortlich sind, sondern viel-

mehr der Glaube daran, dass ein spezifischer geruchlicher Hinweisreiz mit körperlichen Symptomen verbunden war, was für eine Nocebo Interpretation spricht (Evans, 2003).

Die in der vorliegenden Studie dargestellten Veränderungen der emotionalen Reaktionen und der körperlichen und psychischen Befindlichkeit sind somit konsistent mit der bisherigen Forschung und konnte die dargestellten Befunde zur Modulation der subjektiven Reizbewertung durch den kWk replizieren.

6.2 Einfluss des kWk auf die Wahrnehmungsschärfe

Zu dem Befund der invarianten Intensitätseinschätzungen passen die Ergebnisse zur Wahrnehmungsschärfe im Versuchsverlauf. Wie angenommen ergab sich kein Unterschied der Wahrnehmungsschwellen aller Gruppen von der ersten Messung zu der Vergleichsmessung im Anschluss an die wiederholte Duftpräsentation wie er selektiv für den verwendeten Duft bei Dauerexposition auftritt (vgl. Dalton, 1996). Allerdings ergab sich selektiv innerhalb der nb-Gruppe eine reduzierte Wahrnehmungsschärfe zum zweiten MZP. Dieser Befund könnte im Sinne einer Wahrnehmungsabwehr negativer Reize interpretiert werden. In der vorliegenden Studie konnten jedoch keine Differenzen zwischen den Gruppen hinsichtlich der Größe der P3 Amplituden nachgewiesen werden, was für diese Interpretation sprechen würde, da verschiedene Untersuchungen zeigen konnten, dass emotional negative Reize im Vergleich zu positiven eine verringerte P3 Amplitude evozieren (Cuthbert et al., 2000; Pause & Krauel, 2000). Auch ergaben sich bei der Untersuchung der CSEKP keine differentiellen Lerneffekte, die diesen Unterschied hätten erklären und so eine Interpretation im Sinne einer Wahrnehmungsabwehr hätten unterstützen können. Der dargestellte Effekt könnte jedoch durch den emotionalen Zustand der Probandinnen während der zweiten Messung erklärt werden. Die Bearbeitung des Wahrnehmungsschwellentests benötigt die konzentrierte Mitarbeit der Teilnehmer und gerade Vergleiche nahe der Schwelle sind schwierig zu treffen, da hier das Signal im Vergleich zum Rauschen schwach ist (Doty & Laing, 2003). Forschung zur Signalentdeckung konnte nachweisen, dass bei der Detektion eines Signals vor einem Hintergrundrauschen sowohl die sensorische Sensitivität als auch Zustände im Individuum wie Bias-Effekte und Antwortkriterien von Bedeutung sind (Tanner & Swets, 1954). Bei der Untersuchung der Befindlichkeitsveränderungen konnte dargestellt werden, dass die nb-Gruppe bei der zweiten Messung die meisten chemosensorischen Irritationen angibt und sich am schlechtesten fühlt (Valenz SAM). Zwar reduziert sich die berichtete Konzentrationsfähigkeit statistisch signifikant nur in der k-Gruppe, absolut gesehen liegt sie jedoch in der nb-Gruppe im Anschluss an die Exposition am niedrigsten (vgl. Tabelle 5.6). Möglicherweise haben diese Veränderungen

der Befindlichkeit in der nb-Gruppe die Fähigkeit zur konzentrierten Mitarbeit im zweiten WS-Test behindert und zeichnen so für die reduzierte Wahrnehmungsschärfe verantwortlich.

6.3 Psychophysiologische Befunde

6.3.1 Eigenschaften der Komponenten

Die topographischen Charakteristika der beschriebenen Komponenten stimmen grundsätzlich mit den in der Literatur beschriebenen überein. Wie auch bei Pause et al. (2003) hat hier die N1 Amplitude eine parietale Dominanz, was für eine Verarbeitung des verwendeten Duftes über den ersten Nervus olfaktorius (und nicht Nervus trigeminus) spricht (siehe Kobal & Hummel, 1991). Die P2 Amplitude ist, exakt wie bei Pause et al. (2003), anterior dominant und in der Mitte größer als zu den Seiten. Die nachfolgend detektierte N2 ist bei ausschließlicher Beachtung der Topographie als N2a interpretierbar, da auch bei Pause und Krauel (2000) eine weitere, der N1 folgende Negativierung im CSEKP beschrieben wird, die wie die hier gefundene N2 parietal und vor allem an den Seiten dominant ist. Die N2a oder auch MMN repräsentiert die Detektion eines Unterschiedes (mismatch) zwischen einer Gedächtnisspur und dem neuronalen Muster, welches durch einen eingehenden Reiz evoziert wird (Näätänen, 1992). Für die Untersuchung der MMN wird im Allgemeinen ein oddball-paradigma verwendet, bei dem zwischen häufig präsentierte Standardreize deviante Reize eingestreut werden. Auf diese devianten Reize reagiert das Gehirn mit einer negativen Spannungsschwankung, wenn die Teilnehmer dazu aufgefordert werden, die Reize zu ignorieren oder wenn der Unterschied zwischen den Reizen nur sehr gering ist. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Reize jedoch einzeln mit einem ISI von 20 Sekunden präsentiert. Der sensorische Speicher der olfaktorischen Modalität hält die Information über 15 Sekunden präsent (Pause & Krauel, 2000). Es wäre denkbar, dass es bei einem ISI von 20 Sekunden bereits zu leichten, durch den zeitlichen Abstand bedingten Veränderungen der Gedächtnisspur gekommen ist, zu denen der neue Reiz einen mismatch darstellt, was die Evozierung einer MMN bedingt hätte. Allerdings sollten die olfaktorischen Reize bewusst beachtet und eingeschätzt werden. Unter diesen Umständen erscheint die Interpretation der hier evozierten und untersuchten N2 Komponente als N2b, welche die Hinwendung von Aufmerksamkeit (attention-switch) anzeigt und von der P3a gefolgt wird (Pause, 2002), wahrscheinlicher. Es wird vermutet, dass die Anzahl der Trials in der vorliegenden Studie, welche mit 60 deutlich über der anderer Studien liegt (Pause et al., 2003: 20 Trials pro Duft, 1996: 32; Krauel et al., 1998: 30 Trials pro Duft), die Darstellung dieser weiteren frühen negativen Komponente ermöglichte.

Zur Untersuchung von Lernprozessen wurden die in der ersten und zweiten Versuchshälfte erhobenen CSEKP Komponenten verglichen. Als Methodenkontrolle wurden auch hier die topographischen und temporalen Charakteristika der einzelnen Komponenten analysiert. Dabei bestätigte sich die bei der gemeinsamen Auswertung aller Trials dargestellte raumzeitliche Verteilung. Bei der Untersuchung der Latenzen und Amplituden der frühen CSEKP Komponenten ergeben sich keine Veränderungen über alle Experimentalgruppen von der ersten zur zweiten Versuchshälfte. Damit kann die gewählte Präsentationsmethodik speziell mit den hier verwendeten ISI, als reliables Verfahren zur zeitlich invarianten Darstellung der frühen die Stimuluskodierung repräsentierenden Gehirnreaktionen bestätigt und damit sensorische Adaptationsprozesse (Domjan, 1998) ausgeschlossen werden.

Die Verteilung der hier beschriebenen P3-1 Komponente weicht von der bei Pause et al. (2003) gefundenen ab. Während dort zwischen der P3-1 und der P3-2 durch die frontozentrale Dominanz ersterer und parietale Dominanz letzterer differenziert werden konnte, findet sich in der vorliegenden Arbeit jeweils eine parietale Dominanz für beide Komponenten. Bei der Untersuchung der Mittelwerte (Tabelle 5.16) wie auch bei der Betrachtung von Abbildung 5.12 wird jedoch eine unterschiedliche Verteilung der P3-1 und P3-2 deutlich, wobei die P3-1 auch zentral stark ausgeprägt erscheint. In der vorliegenden Studie zeigen sich differentielle Veränderungen der Amplituden der späten positiven Komponenten P3-1 und P3-2 über die Zeit. Während die Amplitude der P3-1 sich in allen Elektrodenpositionen reduzierte, verkleinerte sich die Amplitude der P3-2 nur in parietalen Arealen von der ersten zur zweiten Versuchshälfte. Damit sind die Ausprägungen der P3 Komponenten in der vorliegenden Studie den von Pause et al. (1996b) beschriebenen ähnlich. Die Autoren zeigten ebenfalls eine parietale Dominanz der P3-1 und P3-2 und fanden darüber hinaus, dass die Amplitude der P3-1 im Gegensatz zur P3-2 Habituationsprozessen unterliegt.

Die Amplitude der P3 Komponente ist unter anderem abhängig von der subjektiven Bedeutsamkeit des verarbeiteten Reizmaterials (Johnson, 1993; Krauel et al., 1998; Pause et al., 1996b, 1999a). Es erscheint plausibel, dass der in der vorliegenden Studie verwendete Duftreiz gerade im Zusammenhang mit den postulierten Wirkungen zu Beginn der Untersuchung von hoher persönlicher Signifikanz war. Es wird vermutet, dass die wiederholte Duftpräsentation in Kombination mit einer relativen Monotonie der Bewertungen über die zwanzigminütige Phase der psychophysiologischen Datenerhebung einen Prozess der Habituation unterstützt haben, bei dem es aus der wiederholten Stimulation resultierend zu einer Reduktion der Stärke des Antwortverhaltens kam (Domjan, 1998).

Die damit postulierte Abgrenzung von Prozessen der Habituation und Adaptation wurde in der CSEKP Forschung bisher nicht dargestellt, möglicherweise auf Grund der Tatsache, dass diese Lernprozesse in den verschiedenen Studien lediglich über die Variation von Duftkonzentrationen und ISI Zeiten (Hummel & Kobal, 1999; Kobal & Hummel, 1991; Wang et al., 2002) und nicht wie in der vorliegenden Studie über den zeitlichen Verlauf untersucht wurden. Für die vorgestellte Interpretation sprechen auch die Ergebnisse einer Studie von Hummel, Knecht und Kobal (1996). Die Autoren konnten nachweisen, dass bei der Präsentation von zwei Geruchsstimuli mit einem ISI von acht Sekunden die Amplituden des mit der zweiten Duftpräsentation ausgelösten Elektroolfaktogramms (als Maß der summierten Generatorpotentiale olfaktorischer Rezeptorzellen) fast so groß (20 % Reduktion) sind wie die in Reaktion auf den ersten Duft, obwohl die subjektiven Intensitätseinschätzungen deutlicher reduziert werden (40-60 %). Dementsprechend waren auch die hier dargestellten frühen, sensorischen Komponenten bei einem ISI von 20 Sekunden über die Zeit unverändert, während die Reduktion der späten Komponenten höher geordnete Habituationsprozesse abbildet.

Durch die dargestellten Unterschiede der Reduktion der beiden späten Komponenten (P3-1 in allen Elektrodenpositionen, P3-2 nur parietal) wird die aus der Literatur hervorgehende (Pause et al., 1996, 1997, 2003) und in der vorliegenden Arbeit betriebene getrennte Betrachtung dieser beiden Komponenten bestätigt auch wenn eine Differenzierung aus der Untersuchung der topographischen Verteilung mittels schließender Statistik nicht hervorging.

Es wurde vermutet, dass die Auswirkungen des kWk auf die zentralnervöse Geruchsverarbeitung durch die Lernprozesse der Sensitivierung im Fall der nb-Gruppe und der Habituation im Fall der pb-Gruppe bedingt werden. In der Untersuchung dieser Lernprozesse wurden die in der ersten und zweiten Versuchshälfte erhobenen CSEKP Komponenten verglichen. Dabei konnten die Effekte des kWk auf die Amplituden und Latenzen der Komponenten bestätigt werden. Wie bereits in den Ergebnissen zur Intensitätseinschätzung und Wahrnehmungsschärfe deutlich wurde, konnte jedoch auch die Analyse der zeitlichen Entwicklung der zentralnervösen Geruchsverarbeitung keine statistisch signifikanten differenziellen Lernprozesse nachweisen. Trotz dieser Ergebnisse der Berechnungen sei auf die deskriptiven Daten zur Entwicklung der Latenz der P3-2 Komponente im Versuchsverlauf hingewiesen. Während die Latenz dieser Komponente in der pb- und k-Gruppe von der ersten zur zweiten Versuchshälfte zunimmt, verringert sie sich nur in der nb-Gruppe im Versuchsverlauf. Diese Entwicklung ist konsistent mit der Vermutung von selektiven Sensitivierungsprozessen in dieser Experimentalgruppe. Diese selektive Veränderung lässt sich in Zusammenhang bringen mit der Veränderung der subjektiven Geruchsbewertung über den Versuchsverlauf. Es wurde bereits

dargestellt, dass sich in der nb-Gruppe die affektive Reaktion auf den geruchlichen Stimulus im Versuchsverlauf verschlechtert (Abnahme der Valenz-, und Dominanz- und Arousal-Ratings). Die späten positiven CSEKP Komponenten repräsentieren endogene Prozesse (Pause et al., 1997) und variieren in Abhängigkeit von der subjektiven Stimulusbedeutsamkeit (Krauel et al., 1998; Pause et al., 1996b, 1999a). Es ist denkbar, dass die deskriptiv beschreibbare Reduktion der Latenz der P3-2 Komponente ein physiologisches Korrelat der sich verschlechternden subjektiven Bewertung darstellt.

6.3.2 Effekte des kWk auf die zentralnervöse Geruchsverarbeitung

Bei der Betrachtung der Spannungs-Zeit-Diagramme (siehe Abbildung 5.13) fallen deutlich größere Amplituden der frühen negativen Komponenten in der nb-Gruppe im Vergleich zu den beiden anderen Experimentalgruppen auf. Diese Beobachtung konnte durch die deskriptiven Daten einerseits und über hypothesengeleitete Einzelvergleiche zwischen den Gruppen innerhalb der Elektrodenpositionen andererseits bestätigt werden. In zwei der neun Elektrodenpositionen ist die Amplitude der N1 Komponente in der nb-Gruppe statistisch signifikant größer als die in der pb-Gruppe und in einer zeigt sich ein tendenzieller Effekt der gleichen Richtung. Auch ist die Amplitude der N1 Komponente in der nb-Gruppe in vier Elektrodenpositionen statistisch signifikant größer als in der k-Gruppe, wobei sich auch hier wiederum in einer weiteren Elektrodenposition ein zusätzlicher tendenzieller Effekt zeigen lässt. Demnach kann hypothesenkonform festgehalten werden, dass die frühe zentralnervöse Reizverarbeitung chemosensorischer Stimuli in einem Gefahr signalisierenden Wahrnehmungskontext intensiviert ist. Einschränkend wird jedoch darauf hingewiesen, dass diese Unterschiede nicht über die geplante statistische Auswertung durch geschachtelte Effekte in der Varianzanalyse nachgewiesen werden konnten. Zur besonderen Schwierigkeit bei der Untersuchung geruchsassoziierter Gehirnantworten schreibt Lorig (2000, Seite 96) „Another very serious problem in CSERP research is the individual differences in response to odors. Reaction times to odors vary enormously within and between subjects (...) and, of course, so do brain responses.“ Diese Problematik wird auch bei der Betrachtung der Größe der Standardabweichungen in der vorliegenden Studie deutlich (vgl. Abbildung 5.14). Eine Möglichkeit diese Unwägbarkeit zu umgehen besteht grundsätzlich in dem intra-individuellen Vergleich von CSEKP Daten. Ein solches Vorgehen war jedoch in der vorliegenden Untersuchung nicht möglich, da das aus der Literatur entnommene Verfahren zur Herstellung des kWk keine wiederholten Messungen bei ein und derselben Vpn gestattete. Vor dem Hintergrund dieser immanenten, technischen Schwierigkeit erscheinen die vorgelegten Ergebnisse eindrucksvoll.

Die N1 Komponente ist Ausdruck einer präattentiven Ebene der Stimuluskodierung (Pause, 2002). Bisher konnte eine Beeinflussung der chemosensorischen N1 Komponente durch verschiedene Merkmale des Reizmaterials [Stimuluskonzentrationen (Pause & Krauel, 2000; Pause et al., 1996b; Kobal & Hummel, 1991; Tateyama, et al., 1998), Stimulus-Qualität (Hummel & Kobal, 1992; Pause, 2002)] nachgewiesen werden. Zur Modulation der N1 Komponente durch psychologische Prozesse konnte gezeigt werden, dass die Latenz bei Beachtung der geruchlichen Stimuli abnimmt (Krauel et al., 1998) und die Amplitude zunimmt (Pause et al., 1997) und auch durch die Stimmung beeinflusst wird (Laudien et al., 2004). Die vorliegende Untersuchung weist darauf hin, dass auch der kWk modulierend auf den durch die N1 Komponente repräsentierten vorbewussten Registrierungsprozess einwirkt. Dabei kann die Zurückführung des hier dargestellten Effektes auf Aufmerksamkeitsprozesse ausgeschlossen werden, da die Teilnehmerinnen aller Experimentalgruppen explizit zu einer intensiven Beachtung der geruchlichen Reize zwecks möglichst genauer Evaluation kleinster Intensitätsunterschiede aufgefordert wurden.

In tierexperimentellen Studien konnte bei Versuchen zur Konditionierung von Angst neben einer langsamen, bewusstseinspflichtigen Route über neokortikale Strukturen sowie Thalamus, Hippokampus und Amygdala involvierende Netzwerke („high road“) eine zusätzliche, direkte Verbindung zwischen Thalamus und Amygdala („low road“) dargestellt werden, die automatisch, außerhalb der bewussten Wahrnehmung, Angststimuli verarbeitet (vgl. Davis, 1992; LeDoux, 1996). Diese schnelle Verschaltung ermöglicht die Initiierung von Prozessen zur Verhaltensanpassung noch vor der bewussten Beurteilung des Stimulus und besitzt damit bedeutende Funktion für das Überleben. Eine Anzahl von Humanstudien bestätigen, dass emotionale Verarbeitung aversiver Reize auch ohne eine bewusste Wahrnehmung initiiert wird. Whalen et al. (1998) präsentierten emotionale Gesichtsbilder unterhalb der bewussten Wahrnehmungsschwelle und konnten dennoch eine Modulation der Amygdala-Aktivität nachweisen. Mithilfe der fMRT Technik zeigten die Autoren in der Amygdala Signalverstärkungen in Reaktion auf nicht bewusst wahrnehmbare, ängstliche Gesichtsbilder, sowie Signalreduktionen bei der Präsentation „ungesehener“ fröhlicher Gesichtsbilder. Morris, Öhman und Dolan (1998) wiesen ebenfalls vermehrte Aktivierungen der Amygdala in Reaktion auf subliminal präsentierte Gesichtsbilder nach, die in einem vorherigen Konditionierungsparadigma mit einem aversiven Stimulus (lauter Ton) assoziiert wurden. In einer weiteren Studie untersuchte dieselbe Autorengruppe (Morris, Öhman & Dolan, 1999) die neuronale Verbindung, über die solche unterhalb der Wahrnehmungsschwelle präsentierten Reize die Amygdala erreichen, und konnten bei der Verarbeitung subliminal präsentierter, aversiv konditionier-

ter Gesichtsbilder eine Beteiligung subkortikaler Verbindungen des visuellen Systems zur rechten Amygdala nachweisen, während bei der bewussten Identifikation eine neokortikale Verarbeitung notwendig ist. Dabei scheint die Verarbeitung Gefahr signalisierender sozialer Signale in der Amygdala ein automatischer Prozess zu sein, der von Aufmerksamkeitsprozessen unbeeinflusst bleibt (Anderson, Christoff, Panitz, De Rosa & Gabrieli, 2003a).

Eine Möglichkeit zur Untersuchung der präattentiven, zentralnervösen Reizverarbeitung stellt die Analyse der frühen Komponenten Ereignis korrelierter Potentiale dar. Auch hier konnte eine Modulation durch den affektiven Gehalt des Reizmaterials nachgewiesen werden. Schupp et al. (2004) präsentierten emotionale Gesichtsbilder und konnten zeigen, dass bedrohliche Reize schon auf sehr frühen Stufen der Informationsverarbeitung intensiver verarbeitet werden. Im Vergleich zu positiven und neutralen Gesichtsbildern war eine frühe parietal dominante Negativierung (Beginn 200 ms, Maximum 280 ms nach Reiz-Onset) bei der Präsentation bedrohlicher Gesichtsbilder vergrößert. Die Autoren diskutieren diese Ergebnisse mit dem Hinweis auf automatische Routinen der Informationsverarbeitung, welche basierend auf vorhandenem Wissen über die Welt die Detektion bedeutender Informationen in der Umgebung leiten. Auch Liddell, Williams, Rathjen, Shevrin und Gordon (2004) konnten eine Beeinflussung der präattentiven Informationsverarbeitung durch den affektiven Gehalt prozessierter Reize nachweisen. Hier präsentierten die Autoren ängstliche und neutrale Gesichtsbilder unterhalb der bewussten Wahrnehmungsschwelle (10 ms, backward masking procedure) und konnten die Intensivierung einer frühen Negativierung (größere Amplituden der N2 Komponente) in Reaktion auf subliminal präsentierte ängstliche Gesichtsbilder im Vergleich zu neutralen darstellen. Auch bei der subliminalen Präsentation von positiven und negativen stimmungsbeschreibenden Adjektiven konnten in Reaktion auf die unangenehmen Wörter größere Amplituden schon in den frühen Komponenten nachgewiesen werden (Bernat, Bunce & Shevrin, 2001).

Bass, Kenemans, Böcker und Verbaten (2002) untersuchten die Auswirkungen eines Bedrohungskontextes auf die Verarbeitung visueller Reize und konnten auch hier eine Intensivierung der frühesten Stufen zentralnervöser Reizverarbeitung nachweisen. Zu Beginn dieser Untersuchung wurden die Teilnehmer darüber informiert, welches der als Hinweisreize präsentierten Gittermuster Sicherheit und welches Gefahr signalisiere. Dem Gefahr signalisierenden Gittermuster folgte im Versuchsverlauf - der verbalen Instruktion gemäß - in ca. sechs Prozent der Fälle ein schmerzhafter elektrischer Schlag. Die Auswertung der Ereignis korrelierten Potentiale auf die Hinweisreize zeigte eine bedrohungsbedingte Modulation der zentralnervösen Verarbeitung schon 60 ms nach Reizpräsentation. Die sehr frühen sensorischen

Komponenten waren in Reaktion auf die Gefahr signalisierenden Hinweisreize vergrößert. Die Autoren vermuten, dass diese Art der Modulation des visuellen Inputs gerade in Situationen anzutreffen sei, in denen Merkmale des Stimulusmaterials eine besondere Salienz haben, welche hier durch eine direkte Assoziation mit Bedrohung aus der verbalen Instruktion resultierte.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass Reize, welche Bedrohung oder Gefahr signalisieren, bereits auf den frühesten Verarbeitungsstufen bevorzugt prozessiert werden. Dies gilt sowohl für evolutionär bedeutsame, phylogenetisch geprägte Stimuli (Gesichtsbilder) als auch für solche, die über kognitive Prozesse in ihrer Bedeutung moduliert werden. Subkortikale Verschaltungen ermöglichen die Anbahnung von Verhaltensanpassungen noch vor einer bewussten Verarbeitung, was vor dem Hintergrund der evolutionären Signifikanz aversiver Reize verständlich ist. Bei den Ausführungen zu den neuronalen Grundlagen chemosensorischer Wahrnehmung (Kapitel 2.1) wurde auf die direkte Verbindung des olfaktorischen Systems mit der Amygdala hingewiesen. "Of all senses, olfaction possesses the most intimate relation with the amygdala." (Zald & Pardo, 2000, p. 173) Gerade unangenehme Gerüche haben eine große motivationale Bedeutsamkeit und initiieren Vermeidungsverhalten (z.B. der Geruch von Erbrochenem in einer Menschenmenge) in einer Weise, das in vergleichbarem Ausmaß nur durch extreme Schmerzen oder lebensbedrohende Umstände ausgelöst werden kann (Ehrlichman & Bastone, 1992). Vor diesem Hintergrund erscheinen die mit dieser Studie vorgelegten Befunde zur Intensivierung der präattentiven Verarbeitung von vermeintlich potentiell gefährlichen chemosensorischen Reizen verständlich.

Neben dem Effekt der kWk auf die N1 Komponente konnten keine weiteren Gruppenunterschiede hinsichtlich der CSEKP Amplituden dargestellt werden. Es wurde vermutet, dass die späten Komponenten in der pb- und nb-Gruppe vergrößert sind, da hier der Reiz eine größere emotionale Bedeutsamkeit habe. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass der Geruch in allen Gruppen gleich intensiv evaluiert wurde, was durch die Gleichheit der Amplituden der späten Komponenten deutlich wird. Für diese Ergebnisse können zwei Erklärungen gefunden werden. Erstens haben Gerüche die einzigartige Eigenschaft große P3 Komponenten auch dann auszulösen, wenn sie z.B. als häufiger Standardreiz präsentiert werden (Pause et al., 1996b). Diese Tatsache ist möglicherweise auf eine geruchlichen Reizen inhärente emotionale Signifikanz olfaktorischer Information zurückzuführen (Pause et al., 1997). Gerüche besitzen meistens eine spezifische hedonische Wertigkeit (Van Toller, 1988), die zur Ausprägung größerer später Komponenten führt (Cuthbert et al, 2000; Johnston et al., 1986; Kayser et al., 1997; Keil et al., 2001, 2002; Laurian et al., 1991; Mini et al., 1996; Naumann et al., 1992, 1997;

Palomba et al., 1997; Schupp et al., 2000, 2003). Zweitens erforderten die Ratings nach jeder einzelnen Duftpräsentation zur wahrgenommenen Intensität und emotionalen Reaktion eine intensive Beschäftigung mit den geruchlichen Stimuli ungeachtet der jeweiligen Kontextbedingung. Dazu bemerken Pause und Krauel (2000, Seite 112): „According to ERP research each distinct stimulus which requires attentional investment and furthermore cognitive evaluation necessarily evokes one or multiple P3s.“

Desweiteren konnte eine Modulation der Latenzen des CSEKP durch den kWk nachgewiesen werden. In der nb-Bedingung sind die Latenzen der CSEKP-Komponenten größer als in der pb-Gruppe, während die Latenzen der k-Gruppe zwischen denen der beiden anderen Gruppen liegen. Dieser Befund konnte statistisch signifikant für die N1 und P2 sowie tendenziell für die N2 und P3-2 abgesichert werden und ist deskriptiv auch in der P3-1 Komponente zu erkennen. Diese Ergebnisse widersprechen den aufgestellten Hypothesen, welche auf der Grundlage von erwarteten Sensitivierungsprozessen von reduzierten Latenzen in der nb-Gruppe ausgingen. Solche Sensitivierungsprozesse konnten jedoch hier nicht nachgewiesen werden. Die Intensitätseinschätzungen aller Gruppen waren gleich und veränderten sich auch nicht im Verlauf der Untersuchung.

Der Effekt des kWk auf die Latenzen der CSEKP Komponenten wird verständlich vor dem Hintergrund, dass Emotionen zum Teil in den gleichen Hirnarealen wie Gerüche verarbeitet werden (OfK, Hypothalamus & Amygdala; Tucker, Derryberry & Luu, 2000). Wie bereits dargestellt ist die Amygdala eine entscheidende Struktur der zentralnervösen Verarbeitung aversiver Reize und der Realisation negativer emotionaler Zustände. (Krolak-Salmon, Hénaff, Vighetto, Bertrand & Mauguière, 2004; LeDoux, 1996; Öhman & Wiens, 2003; Zald, 2003). Das Ausmaß der Amygdalaaktivierung ist durch verschiedene neuronale Strukturen wie beispielsweise den Thalamus oder Anteile des Neokortex modulierbar (Lévesque et al., 2003). Interessanterweise ist auch der BO an der Regulierung der Amygdalaaktivität beteiligt (Jesberger & Richardson, 1988; Song & Leonard, 2005; Wryn, Donohoe & Leonard, 1999), was wiederum die sehr enge Vernetzung zwischen geruchs- und emotionsverarbeitenden neuronalen Strukturen unterstreicht. Die verschiedenen an der Verarbeitung emotionaler Reize beteiligten Hirngebiete interagieren im Sinne eines funktionalen neuronalen Netzwerkes der Emotionsregulation (Armony & LeDoux, 2000). Eine Modulation der Amygdalaaktivität durch die bewusste Regulierung negativer Emotionen konnten Hairi, Mattay, Tessitore, Fera und Weinberger (2003) nachweisen. In ihrer Studie präsentierten die Autoren bedrohliche und angstvolle Bilder und instruierten ihre Probanden in zwei experimentellen Anordnungen dazu

entweder zu entscheiden, welches von zwei gleichzeitig präsentierten Bildern dem gezeigten entspricht (match-Bedingung) oder welches der beiden gleichzeitig präsentierten Wörter („Natural“ oder „Artificial“) zu dem präsentierten Bild am ehesten passt (label-Bedingung). Es wurde davon ausgegangen, dass in der match-Bedingung die Art der Bedrohung nicht beurteilt oder interpretiert werden müsse, während in der label-Bedingung höhere kognitive und linguistische Prozesse neokortikaler Regionen benötigt werden. Die fMRT Aufnahmen zeigten eine bilaterale Aktivierung der Amygdala in Reaktion auf aversive Reize bei der match-Bedingung. Diese wurden jedoch durch die kognitive Evaluation in der label-Bedingung reduziert, während damit korrelierend eine Intensivierung der Aktivität im rechten, präfrontalen und anterioren zingulären Kortex dargestellt werden konnte. Hairi et al. (2003) schließen daraus, dass die dynamischen Interaktionen zwischen Amygdala und neokortikalen Strukturen ein System ermöglichen, mit dem die emotionalen Reaktionen durch bewusste Beurteilungen und Bewertungen kontrolliert und dirigiert werden können. Auch Schaefer et al. (2002) konnten eine Modulation der Amygdalaaktivität durch bewusste Prozesse nachweisen. Die Autoren präsentierten negative und neutrale Bilder und instruierten die Teilnehmer entweder die erlebte Emotion während der anschließenden Pause aufrecht zu erhalten oder die Bilder lediglich passiv zu betrachten. Die Autoren konnten eine verlängerte Aktivierung der Amygdala durch die bewusste Aufrechterhaltung der negativen Emotion nachweisen, welche auch mit selbstberichteten Affektmaßen korrelierte. Der mediale frontale Kortex ist von entscheidender Bedeutung für die kognitive Kontrolle adaptiven, zielorientierten Verhaltens einschließlich der Überwachung von momentanen Aktivitäten und Verhaltensergebnissen sowie nachfolgender Anpassung von Verhalten und Lernen (Ridderinkhof, Ullsperger, Crone & Nieuwenhuis, 2004; Quirk, Russo, Barron & Lebron, 2000). In der vorliegenden Studie konnte eine massive Aktivierung in diesem Bereich für die nb-Gruppe dargestellt werden (siehe Abbildung 5.16). Es wird davon ausgegangen, dass in dieser Experimentalbedingung die Duftreize als eine potentielle Bedrohung erlebt wurden. Die Bewältigung der Situation war grundsätzlich entweder durch eine Flucht - die keine der Probandinnen antrat - oder durch eine aktive Kontrolle des negativen affektiven Erlebens möglich. Es wird vermutet, dass die Aktivierung über medialen frontalen Arealen den Ausdruck eines solchen Bewältigungsverhaltens darstellt. Durch bewusste Kontrolle negativer Emotionen oder neurophysiologisch formuliert durch Hemmung amygdaloider Aktivität mittels kontrollierender, fronto-zentraler neokortikaler Strukturen konnte die Situation, für die sich die Probandinnen einmal entschieden hatten, ertragen werden. Es erscheint plausibel, dass die vermuteten inhibitorischen Prozesse sich auch auf die Verarbeitung der olfaktorischen Reize in der Amygdala ausgewirkt haben und so zu der Ver-

größerung der Latenzen in der nb-Gruppe geführt haben. Laudien et al. (2004) berichteten bereits über vergrößerte Latenzen der frühen CSEKP Komponenten (N1, P2, P3-1) bei negativer Stimmung, was ebenfalls für die Interpretation der in der vorliegenden Studie dargestellten Latenzunterschiede als die Auswirkung affektiver Verarbeitungsprozesse spricht.

Zu dem Ergebnis, dass die schnellste zentralnervöse Verarbeitung in der experimentellen Gruppe gefunden wurden, die den Testduft bedingt durch den kWk als am angenehmsten bzw. als am wenigsten unangenehm einschätzte, passen die von Araujo, Rolls, Velazco, Margot und Cayeux (2005) dargestellten Befunde. Die Autoren untersuchten ebenfalls die Beeinflussung der zentralnervösen Geruchsverarbeitung durch kognitive, semantische Information über das chemosensorische Stimulusmaterial. Sie präsentierten einen Testduft (Isovaleriansäure mit Käsearoma) welcher entweder mit dem Wort „Käse“ oder „Körpergeruch“ kombiniert wurde, erhoben jeweils die Einschätzungen der Angenehmheit und maßen gleichzeitig die zentralnervöse Aktivierung in Reaktion auf den Testduft mit der fMRT-Technik. Der Geruch wurde als angenehmer eingeschätzt wenn er mit dem Wort „Käse“ präsentiert wurde als in Kombination mit dem Wort „Körpergeruch“. Neben der Beeinflussung der subjektiven Ratings zeigte sich außerdem eine Veränderung der zentralnervösen Verarbeitung des Duftstimulus in Abhängigkeit vom Deskriptor: der rostrale, anteriore, zinguläre und der mediale, orbitofrontale Kortex sowie die Amygdala waren stärker bei der Kombination vom Testduft mit dem Deskriptor „Käse“ aktiviert. Als Kontrolle wurde reine Luft präsentiert, die ebenfalls mit den Deskriptoren kombiniert wurde. Bei der Analyse der subjektiven Ratings und fMRT-Daten zeigte sich ein ähnliches Bild wie bei der Präsentation eines Duftes: Die reine Luft wurde als weniger unangenehm eingeschätzt und die Aktivierung in den gleichen Arealen war verstärkt, wenn die Luft mit dem Deskriptor „Käse“ kombiniert war. Demnach wurde auch in dieser Studie nachgewiesen, dass positive kognitive semantische Information über den Duft (Nahrungsmittel als primärer Verstärker) die zentralnervöse Geruchsverarbeitung fazität.

Dazu passend konnte gezeigt werden, dass angenehme Gerüche Annäherungsverhalten unterstützen. Knasko (1995) ließ ihre Vpn Bildmaterial in selbst gewählter Geschwindigkeit betrachten und präsentierte gleichzeitig dazu angenehme Gerüche bzw. in einer Kontrollbedingung keinen Geruch und erhob in einem zweiten Durchgang die subjektive Beurteilung des Bildmaterials, der eigenen Befindlichkeit und gesundheitlichen Verfassung. Sie konnte zeigen, dass die Bilder bei gleichzeitiger Präsentation eines angenehmen Geruchs länger betrachtet wurden und eine bessere Stimmung und gesundheitliche Befindlichkeit angegeben wurde.

Bei der Untersuchung neokortikaler Generatoren zeigt sich in pb-Gruppe für die frühe Geruchsverarbeitung (bis 450 ms) eine linksseitige, zentrale bis fronto-zentrale Aktivierung, die im Zeitbereich der späten Positivitäten in ihrer Ausprägung abnimmt. Im Gegensatz dazu konnte für die nb-Gruppe eine intensive Aktivierung über fronto-zentralen neokortikalen Arealen dargestellt werden, die vermehrt rechtsseitig auftritt. Dies wird als über den kWk vermittelter Valenzeffekt des präsentierten geruchlichen Stimulus interpretiert. Eine vermehrte linksseitige Gehirnaktivierung konnte nach der Vorgabe angenehmer Gerüche nachgewiesen werden. Henkin & Levy (2001) präsentierten angenehme (Amylacetat: Bananenduft, Menthon: Pfefferminzduft) sowie einen unangenehmen Geruch (Pyridin) und untersuchten die zentralnervöse Reizverarbeitung mit der fMRT Methodik und konnten Aktivierungen in Reaktion auf die angenehmen Düfte über der gesamten linken Hemisphäre darstellen. Auch Kline et al. (2000) konnten eine vermehrte linksseitige Aktivierung in Reaktion auf positive Düfte zeigen. Sie fanden im EEG eine stärkere, relative, links-frontale Aktivierung bei Präsentation eines angenehmen Vanille-Geruchs im Vergleich zur Darbietung eines negativen Duftes oder von Wasser. Zu der vermehrten rechtsseitigen Aktivierung im negativen kWk passen die Befunde von Bensafi, Rouby, Farget, Vigouroux & Holley (2002). Die Autoren stimulierten entweder das linke oder rechte Nasenloch der Versuchsteilnehmer mit einem angenehmen oder unangenehmen Duft und konnten zeigen, dass die Reaktionszeiten bei affektiver Geruchsbeurteilung und rechtsseitiger Stimulation für den unangenehmen Geruch im Vergleich zum angenehmen signifikant kleiner sind, was als vermehrte Effizienz der rechten Hemisphäre zur Dekodierung unangenehmer Gerüche interpretiert wurde.

Neben der beschriebenen intensiven Aktivierungen in fronto-zentralen neokortikalen Arealen konnten hauptsächlich in der nb-Gruppe deutliche Quellen in okzipitalen Arealen dargestellt werden, die schon im Zeitbereich der N1 Komponente auftreten und sich im Zeitverlauf des Ereignis korrelierten Potentials hinsichtlich der topographischen Ausdehnung und Intensität steigern. Auch in der pb-Gruppe konnten okzipitale Aktivierungen dargestellt werden, die jedoch weniger ausgeprägt sind und auch erst ab dem Zeitbereich der P3-1 deutlich werden. Die geringste okzipitale Aktivierung wurde in der k-Gruppe dargestellt. Nach Engen (1991) werden Gerüche im Gedächtnis nicht als gesonderte Einheiten, sondern vielmehr immer zusammenhängend mit anderen sensorischen Wahrnehmungen als Teil des ökologischen Kontextes gespeichert. Der okzipitale Kortex konnte in der Geruchsforschung bisher im Zusammenhang mit der Verarbeitung gedächtnisrelevanter Geruchseigenschaften dargestellt werden [Kurzeitgedächtnis (Qureshy et al., 2000; Savic et al., 2000; Zatorre et al., 2000) Langzeitgedächtnis (Qureshy et al., 2000; Royet et al., 1999)] und es wird angenommen, dass

damit Prozesse der visuellen Imagination der Geruchsquelle abgebildet werden (Qureshy et al., 2000, Royet et al., 1999). Die starken Aktivierungen bei der Präsentation des vermeintlich gefährlichen Duftes und die leichteren in Reaktion auf den angeblich heilsamen Duft lassen sich damit als Ausdruck einer Gedächtnisfunktion in Abhängigkeit von der Signifikanz der geruchlichen Reize für die gegenwärtige Lage und persönliche Zukunft interpretieren. Durch die Teilnahme an der Untersuchung hatten die Vpn der nb-Gruppe in diesem Sinne vermeintlich die Möglichkeit, die geruchliche Qualität eines potentiell gefährlichen, in der Industrie eingesetzten Lösungsmittels zu erlernen, was für die zukünftige Vermeidung dieser Substanz von großer Bedeutung ist. Auch in der pb-Gruppe war die Speicherung der geruchlichen Information von gewisser Bedeutung, da dies eine spätere Annäherung an eine Substanz ermöglichte, von der positive Auswirkung auf die Gesundheit vermutet wurden. In beiden Fällen (pb und nb) war es den Teilnehmerinnen außerdem möglich, die Geruchsquelle zu imaginieren, da sie per Instruktion vorgegeben wurde (Balsambaum oder Industrieanlage). Im Fall der Kontrollgruppe hatte der Geruch weder eine besondere persönliche Bedeutung, da es sich ja hier lediglich um einen Standardduft aus der Geruchsforschung handelte, einer Substanz also, mit der man wahrscheinlich in der Zukunft nie wieder in Kontakt kommen würde, noch wurde eine vorstellbare Geruchsquelle angeboten, sondern lediglich die recht farblose Bezeichnung „Isobornylazetat“.

6.4 Die Bedeutung von Persönlichkeitsmerkmalen für die Veränderung der körperlichen und psychischen Befindlichkeit durch Duftpräsentationen in Abhängigkeit vom kWk

Es zeigten sich die erwarteten Veränderungen der körperlichen und psychischen Befindlichkeit in den Experimentalgruppen, denen per Instruktion eine Wirkung des Duftes suggeriert wurde. Während sich durch die wiederholte Duftpräsentation in der pb-Gruppe die berichteten Beschwerden reduzieren, die positive Valenz steigert und das Erregungsniveau reduziert, nehmen im Gegensatz dazu die berichteten Beschwerden und csI in der nb-Gruppe zu, während das Wb, die positive Valenz und das Arousal durch die Konfrontation mit dem vermeintlich schädlichem Duft abnehmen. Allerdings zeigen sich auch in der k-Gruppe Auswirkungen der wiederholten Duftpräsentation. Hier nehmen tendenziell die csI zu und die positive Valenz ab.

Bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen den als Prädiktoren verwendeten Persönlichkeitsmerkmalen und den Befindlichkeitsveränderungen in der pb-Gruppe zeigt sich, dass sich die berichteten Beschwerden und das Erregungsniveau umso mehr reduzieren,

je stärker ausgeprägt die selbst eingeschätzte allgemeine Sensitivität ist. Außerdem lässt sich die Abnahme der Beschwerden aus den allgemeinen Sensitivitätswerten vorhersagen. Nach Kieswetter et al. (1999) entspricht die allgemeine Sensitivitätsskala von der Konzeption her einem Angstfaktor, weil hier unter anderem Reaktionen auf psychologische Stressoren, Störungen des Appetits und Schlafs in Abhängigkeit von Umweltmodifikationen erfasst werden. Verschieden Studien weisen auf die Bedeutung von Ängstlichkeit als Persönlichkeitsmerkmal für die Geruchswahrnehmung hin. Chen und Dalton (2005) stellten die Auswirkungen von Trait-Ängstlichkeit auf Reaktionszeiten und Intensitätsratings bei Geruchsaufgaben dar. Seeber et al. (2000) wies auf die Bedeutung von Ängstlichkeit auf die Häufigkeit von selbstberichteten chemosensorischen Symptomen bei Arbeitern unter verschiedenen Expositionsbedingungen hin und zeigte darüber hinaus Effekte hinsichtlich der berichteten Symptome für die „allgemeine Umweltsensitivität“ (Kieswetter et al., 1999). Auch Spurgeon (2002) identifizierte unter anderem Ängstlichkeit als beeinflussenden Faktor für die Entwicklung von chemosensorischen Symptomen in Reaktion auf den Einsatz von Pestiziden in der Schafzucht. Es erscheint plausibel, dass Personen, die sich im Hinblick auf Umweltreize eher angstvoll belastet fühlen, vor einem Geruchsversuch, über dessen Auswirkungen sich noch keine Einschätzungen machen lassen, besorgt körperliche Beschwerden beobachten und ein höheres Erregungsniveau verspüren. Konsequenterweise reduzieren sich bei solchen Personen in einem als angenehm empfundenen Versuchsverlauf die Beschwerden und das Erregungsniveau am meisten.

Denkbar ist außerdem eine Interpretation im Hinblick auf das Bedürfnis nach kognitiver Konsistenz. Verschiedene sozialpsychologische Theorien haben auf die Bedeutung der kognitiven Konsistenz für das Selbstkonzept hingewiesen [z.B. Kongruenz Theorie (Osgood & Tannenbaum, 1955); Theorie der kognitiven Dissonanz (Festinger, 1957)]. Vor diesem theoretischen Hintergrund könnten die dargestellten Zusammenhänge ebenfalls verständlich werden. Demzufolge wird eine Person, die als Teil ihres Selbstkonzeptes eine hohe allgemeine Umweltsensitivität repräsentiert, auch die meisten Auswirkungen eines vermeintlich wirksamen Agens berichten um auf diese Weise Konsistenz mit ihrem Selbstkonzept zu realisieren.

Zusätzlich zeigt sich, dass sich in der pb-Gruppe die Beschwerden umso mehr reduzieren, je größer die öffentliche Selbstaufmerksamkeit ist. Die Selbstaufmerksamkeit wurde in der vorliegenden Studie erhoben, da es Hinweise darauf gibt, dass eine Placebo-Wirkung durch erhöhte Selbstaufmerksamkeit reduziert wird (Gibbons et al., 1978). Die in bisherigen Studien dargestellten Auswirkungen des kognitiven Wahrnehmungskontextes auf die Ge-

ruchswahrnehmung und Symptomentwicklung lassen sich auch im Sinne eines Placebo- bzw. Nocebo-Effektes interpretieren. Mit dem Begriff öffentliche Selbstaufmerksamkeit wird eine psychische Fokussierung beschrieben, bei der „...solche Aspekte des Selbst im Blickpunkt stehen, die prinzipiell auch für Außenstehende zugänglich sind und in denen das Selbst gleichsam durch die Einnahme der Perspektive des oder der anderen (...) betrachtet wird. Öffentliche Selbstaufmerksamkeit bezieht sich demgemäß auf Merkmale der äußeren Erscheinung und des (sozialen) Verhaltens wie auch generell auf die imaginierten Bewertungen des Selbst durch die soziale Umwelt.“ (Fillip, 1989, Seite 6) Es ist denkbar, dass Personen mit hoher öffentlicher Selbstaufmerksamkeit, sich im Versuchsverlauf aus der Perspektive eines Beobachters betrachtend darauf schlossen, dass die wiederholte Präsentation eines therapeutischen Agens zu einer Reduktion der Beschwerden führen müsse und demgemäß antworteten. Die vermutete Auswirkung der (privaten) Selbstaufmerksamkeit im Sinne einer Reduktion der Beeinflussbarkeit durch die Kontextinformation aufgrund intensiverer Fixierung auf tatsächlich eintretende körperliche Veränderungen konnte hier nicht bestätigt werden.

Die Zunahme der csI in der k-Gruppe korreliert sowohl mit der privaten als auch der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit und lässt sich aus der privaten Selbstaufmerksamkeit vorhersagen. Je größer demnach die private und öffentliche Selbstaufmerksamkeit, desto stärker auch die Zunahme an csI. Die Teilnehmerinnen der Kontrollgruppe hatten keine expliziten Hinweise für eine wie auch immer geartete Wirkung der Geruchspräsentation. Dennoch ist auch in diesem Fall die Wahrnehmung des Geruchs abhängig von bottom-up und von top-down Prozessen. Wie bereits erklärt hat der einer geruchlichen Substanz zugeordnete Name einen deutlichen Einfluss auf die Wahrnehmung (Distel & Hudson, 2001; Herz, 2003; Herz & Clef, 2001; Araujo et al., 2005). Der in der k-Gruppe zur Geruchsbeschreibung verwendete Name war „Isobornylazetat“, was deutlich auf eine synthetische Herkunft hinweist. In der Studie von Herz (2003) konnte nachgewiesen werden, dass die angenommene Herkunft einen deutlichen Einfluss auf die Geruchswahrnehmung hat. Demnach werden Düfte einer vermuteten synthetischen Herkunft als gefährlicher beurteilt als dieselben Düfte denen eine natürliche Herkunft zugeschrieben wird. Außerdem erscheint die in der vorliegenden Studie verwendete Methodik der Geruchspräsentation mit dem Olfaktometer für den Laien wegen des hohen, unüberschaubaren technischen Aufwands grundsätzlich bedrohlich und die direkte Zuführung der Duftstoffe in die Nase reduziert die Möglichkeit der Kontrolle von Seiten der Vpn. Zwar wird durch die Anfeuchtung und Erwärmung der Luft bestmöglich gewährleistet, dass eine Irritation durch diese besondere Präsentationsmethodik vermieden wird, gänzlich ausschließen lässt sie sich jedoch, besonders für empfindliche Personen, nicht. Vor diesem Hintergrund

ist es leicht nachvollziehbar, dass Personen, denen ihre aktuelle Befindlichkeit durch eine hohe private Selbstaufmerksamkeit gut zugänglich ist, auch mehr Irritationen erleben. Die Zusammenhänge zwischen der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit und der csI lassen sich auf ähnliche Weise erklären. Ein Außenstehender würde die Präsentationsmethodik aus den genannten Gründen ebenfalls als bedrohlich beurteilen, was eine Zunahme der csI als einer direkten und spezifischen Folge einer als artifiziell beurteilten Duftpräsentation bei Personen mit hoher öffentlicher Selbstaufmerksamkeit erklärt.

In der nb-Gruppe konnten keine sinnvoll interpretierbaren Zusammenhänge zwischen den Prädiktoren und den Veränderungsmaßen dargestellt werden. Dies ist möglicherweise auch auf die großen interindividuellen Differenzen in der Interpretation der Instruktion und der daraus folgenden differenziellen psychischen Reaktion zurückzuführen, was an der Zunahme der Varianz bei den im Anschluss an die wiederholte Duftpräsentation erhobenen Befindlichkeitsmaßen deutlich wird. Eine Beteiligung kognitiver Prozesse wie beispielsweise Reaktanz-Effekte, ausgelöst durch die Bedrohungssituation, sind als Erklärung denkbar. Reaktanz wird definiert als ein motivationaler Zustand, der bei Bedrohung oder Beschränkung persönlicher Freiheit beispielsweise durch externale Faktoren auftritt und zu dem Versuch einer Rückgewinnung dieser Freiheit führt (Brehm, 1966). Reaktanz kann unterschiedliche Ausdrucksformen annehmen [z.B. Einstellungsänderungen, Entwicklung von Feindseligkeit gegen das bedrohende Agens, Erhöhung der Attraktivität bedrohter Optionen (Carver, 1977)] und ist abhängig von intra-individuellen und situativen Faktoren, die in der vorliegenden Studie möglicherweise nicht ausreichend kontrolliert werden konnten. Auch ist das Ausmaß des durch die potentielle Bedrohung erlebten Stressniveaus abhängig von individuellen Einstellungen und Voraussetzungen. In dem von Lazarus (Lazarus & Folkman, 1984) vorgestellten Stressmodell wird davon ausgegangen, dass nicht die Charakteristika der Reize oder Situationen für die Stressreaktion von Bedeutung sind, sondern die individuelle, kognitive Verarbeitung durch den Betroffenen. Nach diesem Modell wird jede neue oder unbekannte Situation in zwei Phasen kognitiv bewertet. Im sog. „primary appraisal“ wird untersucht, ob die Situation eine Bedrohung enthält und im sog. „secondary appraisal“ wird bewertet, ob die Situation mit den verfügbaren Ressourcen bewältigt werden kann, wobei Faktoren der Persönlichkeit und des sozialen Umfelds eine Rolle spielen. Nur wenn die Ressourcen als nicht ausreichend eingeschätzt werden, wird eine Stressreaktion ausgelöst. Aus dem Gespräch mit den Probandinnen der nb-Gruppe im Anschluss an den Versuch ging hervor, dass zwar alle an eine potentielle von dem Duft ausgehende Gefahr geglaubt haben, die persönlichen Konsequenzen jedoch ausgesprochen unterschiedlich eingeschätzt wurden. Während einige der Teilnehmerin-

nen vor dem Hintergrund der sehr kurzen Präsentationszeiten, dem universitären Kontext („Wenn es so gefährlich wäre, dürftet ihr das ja gar nicht machen.“) und dem Gefühl einer ohnehin ständigen Konfrontation mit Umweltgiften („Bei meiner Arbeit im Krankenhaus bin ich ja sowieso ständig irgendwelchen Lösungsmitteln ausgesetzt. Da macht das hier auch nichts mehr aus.“) die Bedrohung als eher gering einschätzten, fühlten sich andere aufs äußerste gefährdet (vor der ersten Duftpräsentation mit dem Olfaktometer: „Ich habe Angst!“). Janke und Ising (2003) weisen darauf hin, dass Personen, die auf eine Placeboinstruktion reagieren, durch unterschiedliche Persönlichkeitseigenschaften wie niedrige Selbstkritik, Selbstbestrafungstendenzen (intropunitivity) und Suggestibilität gekennzeichnet sind, die in der vorliegenden Studie nicht erhoben oder kontrolliert wurden und möglicherweise auch für die starken Unterschiede in den Befindlichkeitsmaßen verantwortlich sein könnten. Schließlich sei auf die Reduktion der verfügbaren Datenbasis durch erhöhte Lügenskalarwerte und Ausreißer hingewiesen, welche außerdem die Auswertung der Daten vor allem in der nb-Gruppe erschwerte.

6.5 Die Bedeutung von Persönlichkeitsmerkmalen für die Geruchsverarbeitung in Abhängigkeit vom kWk

Bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Persönlichkeitsfaktoren und der geruchlichen Wahrnehmungsschärfe wurde ein Einfluss der Depressivität deutlich. Sowohl in der pb- und in der k-Gruppe als auch in der Gesamtstichprobe ist die Wahrnehmungsschärfe demnach umso größer, je höher die Depressivitätswerte sind. Diese Zusammenhänge erlauben eine Vorhersage der Wahrnehmungsschärfe aus den Depressivitätswerten sowohl bei der pb-Gruppe als auch in der Gesamtstichprobe.

Eine Anzahl von Studien belegt die Zusammenhänge von klinischer Depressivität und Geruchswahrnehmung. Die Wahrnehmungsschärfe depressiver Patienten ist reduziert (Serby et al., 1990, 1992; Pause et al., 2005; Pause et al., 2001) und die zentralnervöse Reizverarbeitung geruchlicher Reize auf einer frühen Verarbeitungsstufe abgeschwächt (Pause et al., 2003). Diese Zusammenhänge werden erklärt über die neuronale Verbindung zwischen dem BO und der Amygdala (z.B. Royet & Plailly, 2004) und es wurde vermutet, dass funktionelle Abweichungen im BO Veränderungen im limbischen System bedingen, was zur Entwicklung einer depressiven Symptomatik führt (Pause et al., 2001, Pause et al., 2003). Diese Ideen werden durch Befunde aus Tierexperimenten gestützt, mit denen nachgewiesen werden konnte, dass nach der beidseitigen Resektion des BO bei der Ratte behaviorale, endokrinologische, immunologische und Neurotransmitter-Veränderungen auftreten, die große Ähnlichkeiten mit

denen von depressiven Patienten haben und auch durch chronische, nicht aber akute antidepressive Medikation reduziert werden können (Kelly, Wrynn & Leonard, 1997; Song & Leonard, 2005). Efferente Nervenbahnen projizieren vom BO zum anterioren und posterioren kortikalen Nukleus der Amygdala und üben eine tonische inhibitorische Kontrolle auf die Amygdalaaktivität aus (Jesberger & Richardson, 1988); der basolaterale Komplex der Amygdala erhält ebenfalls Eingänge aus dem BO (Otto, Cousens & Herzog, 2000). Außerdem konnten aber auch Rückprojektionen in den BO aus dem primären olfaktorischen Kortex dargestellt werden (Wilson & Sullivan, 2003) und Laudien et al. (2004) konnten zeigen, dass die zentralnervöse Geruchsverarbeitung auch bei induzierter negativer Stimmung ähnlich der von depressiven Patienten verändert ist, wodurch die reziproke Natur der Zusammenhänge deutlich wird.

Ein bedeutender Unterschied zwischen den Befunden der Wahrnehmungsschärfe bei depressiven Patienten und den in der vorliegenden Studie dargestellten Zusammenhänge besteht darin, dass die hier dargestellten Depressivitätswerte alle in einem nicht-klinischen emotionalen Schwingungsbereich liegen. Bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Aktivierung und Leistung zeigen sich häufig nicht gradlinige sondern kurvilineare Beziehungen im Sinne einer umgekehrt U-förmigen Beziehung. Gemäß der Yerkes-Dodson'schen Regel wächst bei steigender Aktivierung die Leistung zunächst bis zu einem Zustand optimaler Aktivierung und sinkt bei darüber hinaus steigender Erregung wieder ab (Becker-Carus, 2004). Aus den vorliegenden Befunden lässt sich ein solcher Zusammenhang auch zwischen der Depressivität und der Wahrnehmungsschärfe vermuten. Für diese Erklärung könnte auch die Tatsache sprechen, dass signifikante Zusammenhänge zwischen der Depressivität und der Wahrnehmungsschärfe wohl für die pb- und k-Gruppe sowie in der Gesamtstichprobe gezeigt wurden, nicht aber für die nb-Gruppe dargestellt werden konnten. Während der Durchführung der WS-Tests war der kWk bereits eingeführt. Es ist denkbar, dass in der nb-Gruppe durch die vermutete schädliche Wirkung eine zusätzliche, vermehrte Amygdala Aktivierung bestand, welche die umgekehrte U-Funktion nach links verschoben hat und damit sogar leicht negative Korrelationen bedingte (vgl. Abbildung 5.23, oben). Zu diesem Befund passen die von Pause et al. (1998) nachgewiesenen positive Zusammenhänge zwischen der olfaktorischen Wahrnehmungsschärfe und dem Neurotizismus bei gesunden Vpn. Der Theorie von Eysenck nach zeigen Personen mit hohen Neurotizismus-Werten eine vermehrte Aktivierung des limbischen Systems (Eysenck & Eysenck, 1985). Vor dem Hintergrund der frühen Geruchsverarbeitung in diesen Strukturen erscheint der Befund, dass emotional hoch reaktive Personen eine größere olfaktorische Wahrnehmungsschärfe zeigen plausibel. Erhöhte Aktivierungen in limbi-

schen Arealen konnten ebenfalls sowohl bei depressiven Patienten (Drevets, 1998; Drevets et al., 1992; Siegle, Steinhauer, Thase, Stenger & Carter, 2002) als auch bei vorübergehender negativer Stimmung (George, 1995; Lane et al., 1997; Mayberg et al., 1999; Schneider et al., 1995, 1996) nachgewiesen werden. Damit wird die Erklärung der in der vorliegenden Studie gefundenen positiven Korrelation zwischen den Depressivitätswerten und der geruchlichen Wahrnehmungsschärfe als Ausdruck einer vermehrten Aktivierung limbischer Areale bei leicht erhöhter Depressivität unterstützt.

Bei der Untersuchungen von Zusammenhängen zwischen der zentralnervösen Geruchsverarbeitung und Persönlichkeitsvariablen zeigten sich für die pb-Gruppe positive Zusammenhänge zwischen der allgemeinen Sensitivität und der Latenz der N1 und der P3-2 sowie negative Zusammenhänge zwischen der Körpersensitivität und den Amplituden der N1, der P2 und der N2. Je größer demnach die allgemeine bzw. die Körpersensitivität desto größer die Latenz der N1 und P3-2 bzw. desto kleiner die Amplitude der N1, P2 und der N2. Die N2 Amplitude lässt sich aus der Körpersensitivität vorhersagen und die P3-2 Latenz aus einer Kombination der allgemeinen und Körpersensitivität und der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit, wobei letztere aufgrund der niedrigen Korrelationen mit dem Kriterium vermutlich als Suppressorvariable zu interpretieren ist. In der k-Gruppe ergab sich ein tendenzieller, positiver Zusammenhang zwischen der Körpersensitivität und der P2 Latenz wie auch zwischen der Sensitivität hinsichtlich der Atmung und der N1 Latenz. Auch für die Gesamtstichprobe fand sich ein positiver Zusammenhang zwischen der allgemeinen Sensitivität und der N1 Latenz, die sich aus eben dieser Variablen vorhersagen lässt, wie auch ein negativer zwischen der Körpersensitivität und der N1 Amplitude, deren Ausprägung ebenfalls aus der Körpersensitivität geschätzt werden kann. Zusammenfassend lässt sich als Gemeinsamkeit aller beschriebenen Zusammenhänge erkennen, dass hohe Sensitivitätswerte (allgemeine, Körper- und Atmungs-Sensitivität) einhergehen mit einer abgeschwächten zentralnervösen Verarbeitung (reduzierte Amplituden, vergrößerte Latenzen), es zeigte sich lediglich eine Ausnahme zu dieser Regel (negative Korrelation der pSW Latenz und der allgemeinen Sensitivität in der pb-Gruppe). Dieser Befund, dass hohe selbstberichtete Sensitivität einhergeht mit einer reduzierten zentralnervösen Verarbeitung, erscheint auf den ersten Blick kontraintuitiv, passt aber zu den von Dalton und Hummel (2000) dargestellten Befunden. Die Autoren konnten bei einer Patientengruppe mit scÜE im Vergleich zu gesunden Kontrollen reduzierte frühe Komponenten (P1N1) im olfaktorisch Ereignis korrelierten Potential nachweisen, obwohl sich diese Personengruppe selbst hinsichtlich der geruchlichen Wahrnehmung als extrem sensitiv beschreibt

(z.B. Graveling et al., 1999). Es wäre denkbar, dass aus einer reduzierten zentralnervösen Verarbeitung bedingt eine Unsicherheit entsteht, die als Sensitivität interpretiert wird. Auch wäre es möglich, dass eine hohe Sensitivität für verschiedene Umweltreize die Ressourcen für eine fokussierte Verarbeitung externer Reize einer Modalität reduziert und so die dargestellten Befunde bedingt. Zu dieser Erklärung passen die Forschungsergebnisse von Pause, Krauel, Sojka und Ferstl (1999b). Die Autoren zeigten, dass alleine die Ausführung einer speziellen Atemtechnik zur Vermeidung respiratorischer Lüftflüsse durch die Nase bei Duftpräsentation mit dem Olfaktometer (velopharyngeal closure technique), die in weniger als fünf Minuten erlernt werden kann (Kobal, 2003), im Vergleich zur Spontanatmung die Ausprägung der CSEKP Komponenten abschwächt (längere N1 Latenz, kleinere P3 Amplituden).

Die dargestellten Zusammenhänge zwischen der zentralnervösen Verarbeitung und der Selbstaufmerksamkeit sind schwer zu interpretieren.

6.6 Integrative Betrachtungen und Ausblick

Die verwendete Methodik zur Untersuchung der Auswirkungen des kWk auf die zentralnervöse Geruchsverarbeitung war richtig gewählt: Die Instruktionen für die Teilnehmerinnen waren glaubwürdig, was mit den abschließenden Interviews überprüft wurde. Keine der Teilnehmerinnen zweifelte an der Richtigkeit der vorgegebenen Informationen zur Herkunft und Wirkung des Duftes, wenn auch das Ausmaß der dieser Information zugeschriebenen Bedeutung interindividuell variierte. Die erhobenen Daten umfassten sowohl die subjektive geruchliche Wahrnehmung als auch objektive Maße der Wahrnehmungsschärfe und der zentralnervösen Reizverarbeitung. Die Analyse chemosensorisch Ereignis korrelierter Potentiale bewährte sich als ein sensibler Indikator zur Untersuchung von Variationen olfaktorischer Funktionen und zur Differenzierung der verschiedenen Informationsverarbeitungsebenen. Die hier realisierte Elektrodendichte ermöglichte die Darstellung neokortikaler Generatoren und darüber die Interpretation der Ergebnisse.

Die Darstellung einer Intensivierung der präattentiven, zentralnervösen Geruchsverarbeitung bei potentieller Bedrohung wurde durch große interindividuelle Unterschiede geruchsassoziierter Gehirnantworten erschwert (Lorig, 2000). Sobel, Johnson und Mainland (2003) erklären am Beispiel der Darstellbarkeit einer Beteiligung des PFK an der Geruchsverarbeitung die Schwierigkeit, mit der sich Forscher häufig konfrontiert sehen. Obwohl es keinen Zweifel gibt, dass der PFK eine entscheidende Rolle in der Geruchsverarbeitung spielt, war die Darstellung einer Beteiligung dieser Struktur an der Verarbeitung von Gerüchen mittels funktionaler Bildgebung nur mit großer Mühe möglich und es lassen sich auch lediglich

geringe Aktivierungen nachweisen. Daraus lässt sich folgern, dass funktionelle Bedeutsamkeit nicht notwendigerweise gleichzusetzen ist mit den psychophysiologisch messbaren Effektgrößen.

Mit der vorliegenden Studie konnte erstmals eine Modulation der chemosensorischen Informationsverarbeitung durch den kWK auf einer frühen, präattentiven Verarbeitungsebene nachgewiesen werden. Demnach erscheint die präattentive Prozessierung geruchlicher Reize in einem Kontext von potentieller Bedrohung durch den Duft intensiviert (vergrößerte N1 Amplitude). Außerdem ist die gesamte Geruchsverarbeitung in diesem Fall verlangsamt (vergrößerte N1, P2 und tendenziell N2, P3-2 Latenzen), was über eine Hemmung der Amygdala durch kontrollierende, präfrontale Kortexareale erklärt wird.

Die vorgelegten Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung des kWK für die geruchliche Informationsverarbeitung und zeigen, dass die menschliche Geruchswahrnehmung nicht vergleichbar ist mit der Detektion chemischer Moleküle durch einen Gaschromatographen. Bereits die frühesten im CSEKP darstellbaren, präattentiven Verarbeitungsprozesse sind durch top-down Prozesse moduliert und von Kontextfaktoren beeinflusst. Demnach erscheint es dringend notwendig, diese Faktoren bei der Untersuchung des Geruchssinns zu berücksichtigen. Gerade bei experimentellen Laborstudien, zumal bei solchen, die z.B. mit einem erhöhten technischen Aufwand (z.B. EEG, fMRI) verbunden sind oder künstlich hergestellte Duftstoffe verwenden und auch bei medizinischen Untersuchungen wie beispielsweise bei der Diagnostik neurodegenerativer Erkrankungen (Kobal, 2003) könnte leicht unbeabsichtigt ein Bedrohungskontext aufgebaut werden, der die Interpretierbarkeit der Ergebnisse dieser Untersuchungen erschwert und berücksichtigt werden muss. Auch bei der Untersuchung der zentralnervösen chemosensorischen Reizverarbeitung bei psychiatrischen Gruppen (Depression: Pause et al., 2003; Schizophrenie: Turetsky et al., 2003) erscheint es unumgänglich, Kontextfaktoren und individuelle Erwartung über die Natur der präsentierten geruchlichen Stimuli, die beispielsweise bei schizophrenen Patienten extrem ausfallen können, in die Versuchsplanung und Interpretation der Ergebnisse mit einzubeziehen.

Die vorgelegten Ergebnisse zeigen eindrucksvoll, dass sich mit der Untersuchung der Geruchswahrnehmung Effekte der Stimmung und Erwartung abbilden lassen, was die Untersuchung dieser Modalität als günstigen Zugang zur Erforschung menschlicher Emotion bestätigt. Es bleibt offen, ob auch die Verarbeitung in anderen Modalitäten in ähnlicher Weise durch den kWK moduliert wird. In Anlehnung an Pause et al. (2003), die eine Beeinflussung der frühen zentralnervösen Reizverarbeitung durch Depressivität wohl in der olfaktorischen nicht aber in der visuellen Modalität nachweisen konnten, wird davon ausgegangen, dass auch die

hier dargestellten Effekte der kWk auf die präattentive zentralnervöse Reizverarbeitung für die olfaktorische Modalität spezifisch ist.

Die Arbeitsgruppe um Pamela Dalton konnte eine Modulation der Geruchswahrnehmung durch den kWk für unterschiedliche künstlich hergestellte Duftstoffe nachweisen (Dalton, 1999; Dalton, et al., 1997a). Demnach erscheint es plausibel anzunehmen, dass sich eine Modulation der zentralnervösen Geruchsverarbeitung durch kognitive Einflüsse in der hier beschriebenen Weise auch für andere, für die Vpn unbekannte Düfte zeigen lässt. Fraglich bleibt jedoch, in wie weit auch die Verarbeitung bereits bekannter Gerüche durch den Wahrnehmungskontext modulierbar ist. In den Ausführungen zum Geruchsaversionslernen (siehe 2.2.5.2 Klassische Konditionierung geruchlicher Stimuli) wurde dargestellt, dass Gerüche beispielsweise bei nachfolgenden Vergiftungserscheinungen bereits nach einmaliger Paarung dauerhaft die aversive Konnotation des UCS annehmen (Domjan, 1998). Diese Tatsache macht zumindest für als aversiv bekannte Gerüche die Möglichkeiten einer kognitiven Modulation in eine positive Richtung unwahrscheinlich. Weiterhin ist fraglich, ob sich Düfte möglicherweise auch hinsichtlich ihres immanenten, bottom-up prozessierten Informationsgehaltes unterscheiden und damit das Ausmaß einer kognitiven Beeinflussbarkeit der Wahrnehmung eingeschränkt wird. Eine ausführliche wissenschaftliche Literatur verweist beispielsweise auf die Existenz eines chemosensorischen Informationskanals, über den Individuen einer Art mittels sog. Pheromone untereinander kommunizieren. Karlson und Lüscher (1959, S.55) definieren Pheromone als Substanzen, „... which are secreted to the outside by an individual and received by a second individual of the same species, in which they release a specific reaction, for example, a definite behaviour or a developmental process.“ Eine pheromonale Unterstützung der behavioralen Koordination innerhalb von Sozialverbänden konnte im Tierreich für verschiedene Verhaltensbereiche dargestellt werden (z.B. Fortpflanzung, territoriales Verhalten, Signalisierung von Gefahr; Wyatt, 2003). Auch im Humanbereich wurde die chemosensorische Kommunikation untersucht. Hier werden unter anderem die apokrinen und apoekrinen Drüsen der Haut als potentielle Quelle pheromonalen Informationen betrachtet (Cohn, 1994). Pause (2004b) gibt einen Überblick zum gegenwärtigen Forschungsstand bzgl. der pheromonalen, Annäherungsverhalten initiiierenden Wirkung, androgener Steroide beim Menschen. Außerdem konnten verschiedene Humanstudien eine chemosensorische Kommunikation von Angst demonstrieren. Chen und Haviland-Jones (2000) fanden Hinweise auf die Möglichkeit zur geruchlichen Identifikation von menschlichem Angstgeruch und Ackerl, Atzmueller und Grammer (2002) zeigten, dass die Schweißproben von weiblichen Vpn, die einen Horrorfilm sahen als intensiver, weniger angenehm und aggressiver beurteilt wurden als

solche, die bei Betrachtung neutralen Filmmaterials gesammelt wurden. Neben diesen Befunden zur bewussten Identifikation und Beurteilung von chemosensorischen Angstsignalen zeigten Pause, Ohrt, Prehn und Ferstl (2004), dass auch die präattentive Informationsverarbeitung sozialer Signale durch chemosensorische Angstsignale moduliert wird. Die Autoren untersuchten in einem visuellen Priming-Paradigma, in wie weit die Wahrnehmung subliminal präsentierter emotionaler Gesichtsbilder durch die gleichzeitige Präsentation von Angstgeruch beeinflusst wird. Fröhliche, ängstliche und traurige Gesichtsbilder dienten als primes (11,7 ms) die von neutralen Gesichtsbildern (target, 920 ms) gefolgt präsentiert wurden, während gleichzeitig humaner Angstgeruch, der im Rahmen von akademischen Prüfungssituationen gesammelt worden war, oder ein Kontrollduft aus einer Vergleichssituation dargeboten wurde. Während die den fröhlichen primes folgenden targets bei simultaner Präsentation des Kontrollduftes positiver beurteilt wurden, verringerte sich dieser Effekt im Kontext des Angstduftes. Vor diesem Hintergrund wäre es denkbar, dass bei pheromonalem Reizmaterial eine Modulierbarkeit der zentralnervösen Verarbeitung durch den kWk deutlich geringer ausfällt, da entsprechend dem Modell von Dalton und Hummel (2000) in diesem Fall spezifische bottom-up prozessierte Informationen im Reizmaterial entsprechende Verhaltensantworten bedingen. Es müssen jedoch auch bei solchen spezifischen Geruchssignalen top-down wirksame, modulierende Einflüsse beispielsweise der Expositionsgeschichte und des Kontextes beachtet werden (Pause, 2004b). Die Bedeutung der Expositionsgeschichte konnte beispielsweise bei der Untersuchung der Informationsübertragung von Gefahr/Stress über chemosensorische Kanäle bei Nagetieren nachgewiesen werden. Die Tiere reagieren auf pheromonale Signale ängstlicher Artgenossen im Allgemeinen mit Rückzugsverhalten [Vermeidung der Geruchsquelle, defensives Aktionsverhalten; Carr, Martorano & Krames, 1970; Mackay-Sim & Laing, 1981; Zalaquett & Thiessen, 1991] und damit assoziierten vegetativen Veränderungen, welche die klassischen stressinduzierten physiologischen Anpassungsvorgänge widerspiegeln [z.B. Hyperthermie (Kikusui, Takigami, Takeuchi & Mori, 2001), Initiierung endogener Schmerzkontrollmechanismen (Fanselow, 1985), Anpassungen des Immunsystems (Cocke, Moynihan, Cohen, Grotta & Ader, 1993)]. Werden die Tiere allerdings direkt nach der Entwöhnung von der Mutter sozial isoliert aufgezogen, sind ihre Fähigkeiten zur Sendung der chemosensorischen Angstsignale zwar unverändert, die eigenen Reaktionen auf den von Artgenossen ausgehenden Angstgeruch jedoch unangemessen (Rottman & Snowdon, 1972). Nachdem die grundsätzliche Möglichkeit zur objektiven Untersuchung menschlicher Körpergerüche über Ereignis korrelierte Potentiale bereits demonstriert wurde (Pause et al., 1999a) wäre es interessant zu untersuchen, in wie weit beispielsweise die zentralnervöse Verarbei-

tung humaner chemosensorischer Angstsignale ebenfalls vom Wahrnehmungskontext abhängig ist.

Die hier dargestellten Auswirkungen des kWk wurden durch die Instruktion von naiven Vpn hergestellt. Besonders interessant wäre es zu untersuchen, inwieweit sich die zentralnervöse Geruchsverarbeitung auch durch die bewusste Herstellung eines kWk modulieren lässt. Erste Hinweise für die Möglichkeit einer bewussten Modulation zentralnervöser, olfaktorischer Reizverarbeitung liefern kürzlich erschienene Arbeiten von Djordjevic, Zatorre, Petrides und Jones-Gotman (2004). Die Autoren untersuchten die Effekte von olfaktorischer und visueller Imagination auf die Geruchsdetektionsleistung. In ihrer Studie bestand die Aufgabe der Teilnehmer darin, entweder einen Geruch oder ein Bild oder keines von beiden zu imaginieren um anschließend in einem Detektionstest Gerüche, welche in der Stärke der aktuellen, individuellen Wahrnehmungsschwelle präsentiert wurden, zu erkennen. Dabei passten die imaginierten Bilder und Gerüche entweder zum präsentierten Duft, oder nicht. Während die visuelle Imagination die Wahrnehmungsleistung nicht veränderte, wurde die Detektion durch die olfaktorische Imagination beeinflusst: Bei nicht passender Geruchsimagination konnten die Düfte schlechter detektiert werden. Die Autoren nehmen an, dass die Imagination eines nicht passenden Duftes zu Interferenzen führt, wohingegen die Imagination eines passenden Duftes die Detektion nicht unterstützt. Diese Störung der Detektionsleistung durch Imagination des nicht passenden Duftes wird bei Betrachtung der neuronalen Grundlage der Geruchsimagination verständlich. Djordjevic, Zatorre, Petrides, Boyle und Jones-Gotman (2005) untersuchten die neuronalen Aktivierungen bei Geruchsimagination und konnten zeigen, dass sich die hieran beteiligten neuronalen Netzwerke (linker PfK, linker posteriorer OfK, rostrale Insula bilateral) zum Teil mit den an der Geruchsverarbeitung beteiligten überlappen.

6.7 Schlussworte

Mit der vorliegenden Studie konnte erstmals eine Beeinflussung präattentiver chemosensorischer Informationsverarbeitungssysteme durch das Wissen um die potentiellen Wirkungen eines Duftes nachgewiesen werden. Damit wird deutlich, dass Gerüche in verschiedenen kognitiven Kontextbedingungen nicht nur unterschiedlich bewertet werden, sondern dass vielmehr die zentralnervöse Verarbeitung schon weit vor einer bewussten Wahrnehmung oder Evaluation unterschiedlich verläuft, was mit einer späteren unterschiedlichen bewussten Wahrnehmung einhergeht. Damit wird einer wie auch immer abgewandelten, naiven Vorstellung der sinnlichen Wahrnehmung als einer internen Abbildung externer Zustände, wie sie plakativ in dem von Descartes postulierten Modell zur Schmerzwahrnehmung dargestellt wird (Abbildung 5.28), widersprochen und der Aussage: „Die Umwelt, so wie wir sie wahrnehmen, ist unsere Erfindung.“ (Foerster, 1995, Seite 40) zugestimmt.



Abbildung 5.28: Die Wahrnehmung von Gefahr durch Feuer im Verständnis von Descartes nach Foerster (1995): „Ist das Feuer A dem Fuße B nahe (...), so besitzen die Feuerpartikel, die sich bekanntlich mit hoher Geschwindigkeit bewegen, die Kraft, in die Haut des Fußes einzudringen, den sie berühren; während sie so den dünnen Faden c bewegen, der am Grund der Zehen und am Nerven befestigt ist, öffnen sie gleichzeitig den Eingang der Pore d, e, an dem dieser Faden endigt, genau so, als würde man am Ende einer Schnur ziehen und damit zur gleichen Zeit eine am Ende befestigte Glocke zum Klingen bringen. Da nun die Pore oder der kleine Abzug d, e, offensteht, kann durch sie der Lebensgeist aus der Höhle F entweichen und fortgeleitet werden, ein Teil in die Muskeln, die den Fuß vom Feuer zurückziehen, ein Teil in die Muskeln, die Augen und Kopf dem Fuß zuwenden, und ein Teil in jene Muskeln, die die Hände vorstrecken und den Körper beugen, um den Fuß zu schützen“ (Descartes zitiert nach Förster, 1995, Seite 53)

7 ZUSAMMENFASSUNG

Ein bewusst wahrgenommener, geruchlicher Sinneseindruck lässt sich als das Ergebnis eines Konstruktionsprozesses des Individuums beschreiben, bei dem in parallel verlaufenden Prozessbahnen einerseits die im Stimulusmaterial enthaltenen Informationen sowie andererseits nicht chemosensorisch begründete, kognitive und emotionale Einflüsse zu einem perzeptuellen, behavioralen, kognitiven und emotionalen Verarbeitungsergebnis integriert werden. Es konnte gezeigt werden, dass sich der kognitive Wahrnehmungskontext (kWk), welcher durch Informationen über das Reizmaterial definiert ist, massiv auf die Wahrnehmung von Geruchsqualität und Intensität auswirkt. Die vorliegende Untersuchung sollte klären, ob die beschriebene Beeinflussung der subjektiven Geruchswahrnehmung durch den kWk sich auch durch objektive, psychophysiologische Maße der zentralnervösen Geruchsverarbeitung nachweisen lässt. Zu diesem Zweck wurden die chemosensorisch, Ereignis korrelierten Potentiale von 45 weiblichen Versuchspersonen untersucht. In einer zwanzigminütigen Testphase wurde ein Duft (Isobornylacetat) immer gleicher Konzentration 60-mal für jeweils 300 ms (ISI = 20 s) im konstanten Luftstrom präsentiert und währenddessen das EEG an 60 Elektrodenpositionen aufgezeichnet. Durch unterschiedliche Informationen über die Herkunft und potentielle Wirkung des Duftes wurden drei experimentelle Gruppen hergestellt. Im positiven kWk wurde Sicherheit durch Informationen über positive Wirkungen und natürliche Herkunft des verwendeten olfaktorischen Reizmaterials suggeriert (positiver Bias: pb). Im negativen kWk wurde durch Informationen über negative Wirkungen und eine industrielle Herkunft des Duftes ein Kontext von potentieller Gefahr und Bedrohung erzeugt (negativer Bias: nb). Eine dritte Wahrnehmungsbedingung mit neutraler Instruktion diente als experimentelle Kontrollgruppe (k). Es konnte eine Modulation der zentralnervösen Geruchsverarbeitung durch den kWk nachgewiesen werden. In der nb-Gruppe waren die Latenzen gegenüber der pb-Gruppe vergrößert [N1, P2 (N2, P3-2 tendenziell)] und es zeigen sich deutliche Hinweise auf eine Vergrößerung der N1 Amplitude in der nb-Gruppe. Die Aktivität neokortikaler Generatoren war in der nb-Gruppe am intensivsten. Der kWk hatte außerdem einen deutlichen Einfluss auf die subjektive Geruchswahrnehmung. In der nb-Gruppe wurde der Duft als am wenigsten angenehm eingeschätzt und mit den meisten negativen Deskriptoren beschrieben. Außerdem hatte der jeweilige kWk einen Einfluss auf die Stimmung und die berichteten Beschwerden. Zusammenhänge zu Persönlichkeitsmerkmalen werden diskutiert.

Diese Studie konnte erstmals eine Modulation der frühen, präattentiven, chemosensorischen Informationsverarbeitung durch den kWk nachweisen und unterstreicht damit die Bedeutung des Wissens über die (geruchliche) Welt bei der Geruchswahrnehmung.

8 LITERATUR

- Ackerl, K., Atzmueller, M. & Grammer, K. (2002). The scent of fear. *Neuroendocrinology Letters*, 23, 79-84.
- Anderson, A. K., Christoff, K., Panitz, D., De Rosa, E. & Gabrieli, J. D. E. (2003a). Neural correlates of the automatic processing of threat facial signals. *The Journal of Neuroscience*, 23(13), 5627-5633.
- Anderson, A. K., Christoff, K., Stappen, I., Panitz, D., Ghahremani, D. G., Glover, G., Gabrieli, J. D. E., Sobel, N. (2003b). Dissociated neural representations of intensity and valence in human olfaction. *Nature neuroscience*, 6 (2), 196-202.
- Annett, M. (1970). A Classification Of Hand Preference By Association Analysis. *British Journal of Psychology*, 61, 303-321.
- Araneda, R. C., Kini, A.D. & Firestein, S. (2000). The molecular receptive range of an odorant receptor. *Nature neuroscience*. 3 (12), 1248-1255.
- Araujo, I. E. de, Rolls, E. T., Velazco, M. I., Margot, C. & Cayeux, I. (2005). Cognitive modulation of olfactory processing. *Neuron*, 46, 671-679.
- Armony, J. L. & LeDoux, J. E. (2000). How danger is encoded: Toward a systems, cellular, and computational understanding of cognitive-emotional interactions in fear. In M. S. Gazzangia (Ed.) *The new cognitive neurosciences*. Cambridge, MIT Press.
- Barz, S., Hummel, T., Pauli, E., Majer, M., Lang, C. J., and Kobal, G. (1997). Chemosensory event-related potentials in response to trigeminal and olfactory stimulation in idiopathic Parkinson's disease. *Neurology*, 49, 1424-1431.
- Baas, J. M. P., Kenemans, J. L., Böcker, K. B. E. & Verbaten, M. N. (2002). Threat-induced cortical processing and startle potentiation. *NeuroReport*, 13(1), 133-137.
- Becker-Carus, C. (2004). *Allgemeine Psychologie. Eine Einführung*. München: Elsevier.
- Bell, I. R., Schwartz, G. E., Peterson, J. M. & Amend, D. (1993). Self-reported illness from chemical odors in young adults without clinical syndromes or occupational exposures. *Archives of Environmental Health*, 48(1), 6-13.
- Bensafi, M., Rouby, C., Farget, V., Vigouroux, M. & Holly, A. (2002). Asymmetry of pleasant vs. unpleasant odor processing during affective judgement in humans. *Neuroscience Letters*, 328(3), 309-13.
- Bernat, E., Bunce, S., Shevrin, H. (2001). Event-related brain potentials differentiate positive and negative mood adjectives during both supraliminal and subliminal visual processing. *International Journal of Psychophysiology*, 42(1), 11-34.

- Birbaumer, N. & Schmidt (1996). *Biologische Psychologie (3. vollständig komplett überarbeitete Auflage)*. Berlin: Springer Verlag.
- Birbaumer, N. & Schmidt (2003). *Biologische Psychologie (5. vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage)*. Berlin: Springer Verlag.
- Bornschein, S., Förstl, H. & Zlker, T. (2001). Idiopathic environmental intolerances (formerly multiple chemical sensitivity) psychiatric perspectives. *Journal of Internal Medicine*, 250, 309-321.
- Bortz, J. (1979). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin, Springer-Verlag.
- Bortz, J., Lienert, G. A. & Boehnke, K. (1990). *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik*. Berlin, Springer-Verlag.
- Bradley, M. M., Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The Self-Assessment Manikin (SAM) and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25,49–59.
- Brehm, J. W. (1966). *A theory of psychological reactance*. New York: Academic Press.
- Burdach, K.J., (1988). *Geschmack und Geruch. Gustatorische, olfaktorische und trigeminale Wahrnehmung*. Bern, Stuttgart, Toronto: Verlag Hans Huber.
- Caccappolo, E., Kipen, H., Kelly-McNeil, K., Knasko, S., Hamer, R., Natelson, B. & Fiedler, N. (2000). Odor Perception: Multiple chemical sensitivities, chronic fatigue, and asthma. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 42 (6), 629-638.
- Carmichael, S. T., Cugnet, M.-C., & Price, J. L. (1994). Central olfactory connections in the macaque monkey. *The Journal of comparative Neurology*. 346, 403-434.
- Carr, W. J., Martorano, R. D. & Krames, L. (1970). Responses of mice to odors associated with stress. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 71(2), 223-228.
- Carver, S. C. (1977). Self-awareness, perception of threat, and the expression of reactance through attitude change. *Journal of Personality*, 45, 501-512.
- Chen, D., Dalton, P. (2005). The effect of Emotion and Personality on Olfactory Perception. *Chemical Senses*, 30, 345-351.
- Chen, C., Haviland-Jones, J. (2000). Human olfactory communication of emotion. *Perceptual and Motor Skills*, 91, 771-781.
- Cleland, T. A. & Linster, C. (2003). Central olfactory structures. In R.L. Doty, (Hrsg.). *Handbook of olfaction and gustation* (2nd ed.), 165-180. New York: Marcel Dekker.
- Cocke, R., Moynihan, J. A., Cohen, N., Grota, L. J. & Ader, R. (1993). Exposure to conspecific alarm chemosignals alters immune responses in BALB/c mice. *Brain, Behavior, and Immunity*, 7, 36-46.

- Cohn, B. A., (1994). In search of human skin pheromones. *Achieves of Dermatology*, 130, 1048-1051.
- Cullen, M. R. (1987). The worker with multiple chemical sensitivities: an overview. *Occupational Medicine*, 2(4), 655-661.
- Cupchik, G. C. & Phillips, K. (2005). The scent of literature. *Cognition and Emotion*, 19, 101-119.
- Cupchik, G. C., Phillips, K. & Truong, H. (2005). Sensitivity to the cognitive and affective qualities of odours. *Cognition and Emotion*, 19(1), 121-131.
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N. & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report, *Biological Psychology*, 52, 95-111.
- Dade, L. A., Zatorre, R. J., Jones-Gottman, M. (2002). Olfactory learning: convergent findings from lesion and brain imaging studies in humans. *Brain*, 125, 86-101.
- Dalton, P. (1996). Odor perception and beliefs about Risk. *Chemical Senses*, 21, 447-458.
- Dalton, P. (1999). Cognitive influences on health symptoms from acute chemical exposure. *Health Psychology*, 18 (6), 579-590.
- Dalton, P. (2000). Psychophysical and behavioural characteristics of olfactory adaptation. *Chemical Senses*, 25, 487-492.
- Dalton, P. (2002). Odor, irritation and perception of health risk. *International Achieves of Occupational and Environmental Health*, 75, 283-290.
- Dalton, P., Cowart, B., Dilks, D., Gould, M., Lees, P. S., Stefaniak, A. & Emmett, E. (2003). Olfactory function in workers exposed to styrene in the reinforced-plastics industry. *American Journal of Industrial Medicine*, 44 (1), 1-11.
- Dalton, P., Doolittle, N., Nagata, H. & Breslin, P. A. S. (2000). The merging of the senses: integration of subthreshold taste and smell. *Nature Neuroscience*, 3(5), 431-432.
- Dalton, P. & Hummel, T. (2000). Chemosensory function and response in idiopathic environmental intolerance. *Occupational Medicine*, 15 (3), 539-56.
- Dalton, P., Wysocki, C. J., Brody, M. J. & Lawley, H. J. (1997a). The influence of cognitive bias on the perceived odor, irritation and health symptoms from chemical exposure. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 69, 407-417.
- Dalton, P., Wysocki, C. J., Brody, M. J. & Lawley, H. J. (1997b). Perceived odor, Irritation, and health symptoms following short-term exposure to acetone. *American Journal of Industrial Medicine*, 31, 558-569.

- Davidson, R. J., Jackson, D. C. & Larson, C. L. (2000). Human Electroencephalography. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. G. Berntson (Eds.). *Handbook of Psychophysiology*, 2nd ed., USA, Cambridge University Press.
- Davis, M. (1992). The role of the amygdala in fear and anxiety. *Annual Review of Neuroscienc*, 15, 353-375.
- Deshmukh, S. S., & Bhalla, U. S. (2003). Representations of odor Habituation and Timing in the hippocampus. *The Journal of Neuroscience*, 23(5), 1903-1915.
- Devriese, S., Winters, W., Diest, I. van, Peuter, S. de, Vos, G., Woestijne, K. van de, Bergh, O. van den (2004). Perceived relation between odors and a negative event determines learning of symptoms in response to chemicals. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77, 200-204.
- Dietrich, O., Naumann, E., Maier, S., Becker, G. & Bartussek, D. (1997). A frontal slow wave in the ERP associated with emotional slides. *Journal of Psychophysiology*, 11, 71-84.
- Distel, H. & Hudson, R. (2001). Judgement of odor intensity is influenced by subjects' knowledge of the odor source. *Chemical Senses*, 26, 247-251.
- Djordjevic, J., Zatorre, R. J., Petrides, M., Boyle, J. A. & Jones-Gotman, M. (2005). Functional neuroimaging of odor imagery. *NeuroImage*, 24, 791-801.
- Djordjevic, J., Zatorre, R. J., Petrides, M. & Jones-Gotman, M. (2004). The mind's nose. Effects of odor and visual imagery on odor detection. *Psychological Science*, 15, 143-148.
- Domjan, M. (1998). *The Principles of Learning and Behavior*. 4th Edition, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- Donchin, E. & Coles, M. G. H. (1988). In the P300 component a manifestation of context updating? *The Behavioral and Brain Sciences*, 11, 357-428.
- Doty, R. L., Brugger, W. 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. *Physiology & Behavior*, 20 (2), 175-185.
- Doty, R. L., Deems, D. A., Frye, R. E., Pelberg, R. & Shapiro, A. (1988). Olfactory sensitivity, nasal resistance, and autonomic function in patients with multiple chemical sensitivities. *Archives of Otolaryngology – head & neck surgery*, 114, 1422-1427.
- Doty, R. L. & Kobal, G. (1995). Current trends in the measurement of olfactory function. In R. L. Doty (Ed.) *Handbook of Olfaction and Gustation*, 191-225. New York: Marcel Dekker.

- Doty, R. L. & Laing, D. G. (2003). Psychophysical Measurement of Human Olfactory Function, Including Odorant Mixture Assessment. In Doty, R.L. (Hrsg.). *Handbook of olfaction and gustation* (2nd ed.), 203-228. New York: Marcel Dekker.
- Doty, R. L., McKeown, D. A., Lee, W. W. & Shaman, P. (1995) A study of the test-retest reliability of ten olfactory tests. *Chemical Senses*, 20(6):645-56
- Dravnieks, A., Masurat, T., Lamm, R. A. (1984). Hedonics of Odors and Odor Descriptors. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 34 (7), 752-755.
- Drevets, W. C. (1998). Functional Neuroimaging studies of depression: The anatomy of melancholia. *Annual Review of Medicine*, 49, 341-31
- Drevets, W. C., Videen, T. O., Price, J. L., Preskorn, S. H., Carmichael, T. & Raichle, M. E. (1992). A functional anatomical study of unipolar depression. *Journal of Neuroscience*, 12(9), 3628-3641.
- Dusek J. & Eichenbaum, H. (1997). The hippocampus and memory for orderly stimulus relations. *Proceedings of the National Academy of Science*, 94, 7109-7114.
- Eggert, D., Ratschinski, G. (1982). *Eysenck-Persönlichkeits-Inventar E-P-I, Handanweisung für die Durchführung und Auswertung* (2., überarbeitete und ergänzte Auflage). Verlag für Psychologie Hogrefe, Göttingen.
- Ehrlichman, H. & Bastone, L. (1992). Olfaktion and emotion. In M. J. Serby & K. L. Chobor (Eds.) *Science of Olfaction*, 410-438. New York: Springer-Verlag.
- Engen, T. (1991). *Odor Sensation and Memory*. New York: Praeger Publishers.
- Evans, D. (2003). *Placebo. The Belief Effect*. London: HarperCollinsPublishers.
- Evans, W. J., Cui, L., & Starr, A. (1995). Olfactory event-related potentials in normal human subjects: Effects of age and gender. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 95, 293-301.
- Evans, W. J., Kobal, G., Lorig, T. S. & Prah, J. D. (1993). Suggestions for collection and reporting of chemosensory (olfactory) event-related potentials. *Chemical Senses*, 18(6), 751-756.
- Eysenck, H. J. & Eysenck, M. W. (1985). *Personality and individual differences*. New-York: Plenum Press
- Fabiani, M., Gratton, G. & Coles, M. G. H. (2000). Event-related brain potentials. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. G. Berntson (Eds.). *Handbook of Psychophysiology*, 2nd ed., USA, Cambridge University Press.
- Fanselow, M.S. (1985). Odors released by stressed rats produce opioid analgesia in unstressed rats. *Behavioral Neuroscience*, 99, 589-592.

- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford: Stanford University Press
- Filipp, S.-H., Freudenberg, E. (1989). *Fragebogen zur Erfassung dispositionaler Selbstaufmerksamkeit (SAM-Fragebogen) Handanweisung*. Verlag für Psychologie Hogrefe, Göttingen.
- Foerster, H. von (1995). Das Konstruieren einer Wirklichkeit. in P. Watzlawik (Hrsg.). *Die erfundene Wirklichkeit. Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben*. (9. Aufl.). München: Piper. S. 39-60.
- Fulbright, R. K., Skudlarski, P., Lacadie, C. M., Warrenburg, S., Bowers, A. A., Gore, J. C. & Wexler, E. (1998). Functional MR imaging of regional brain responses to pleasant and unpleasant odors. *American Journal of Neuroradiology*, 19, 1721-1726.
- Gamberale, F., Iregren, A. Kjellberg, A. (1989). SPES: the computerized Swedish Performance Evaluation System. *Arbebe och Hälsa*, 6, 1-77.
- George, M. S., Ketter, T. A., Parekh, P. I., Horwitz, B., Herscovitch, P. & Post, R. M. (1995). Brain activation during transient sadness and happiness in healthy women. *American Journal of Psychiatry*, 152(3), 341-351.
- Gibbons, F. X., Carver, C. S., Scheier, M. F. & Hormuth, S. E. (1978). Self-focused attention and the placebo effect: Fooling some of the people some of the time. *Journal of experimental social psychology*, 15, 263-274.
- Giboreau, A., Urdapilleta, I. & Richard, J.-F. (2003). Effects of Context on the Description of Olfactory Properties. *Lecture Notes in Computer Science*, 2680, 154-163.
- Gottfried, J. A., Dolan, R. J. (2003). The nose smells what the eye sees: Crossmodal visual facilitation of human olfactory perception. *Neuron*, 39, 375-386.
- Gottfried, J. A., O'Doherty, J. & Dolan, R. J. (2002). Appetitive and aversive olfactory learning in humans studied using event-related functional magnetic resonance imaging. *The Journal of Neuroscience*, 22(24), 10829-10837.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55, 468-484.
- Graveling, R. A., Pilkington, A., George, J. P. K., Butler, M. P. & Tannahill, S. N. (1999). A review of multiple chemical sensitivity. *Occupational Environmental Medicine*, 56, 73-85.
- Gyntelberg, F., Vesterhauge, S., Fog, P., Isager, H. & Zillstorff, K. (1986). Acquired intolerance to organic solvents and results of vestibular testing. *American Journal of Industrial Medicine*, 9 (4), 363-370.

- Hariri, A. R., Mattay, V. S., Tessitore, A., Fera, F. & Weinberger, D. R. (2003). Neocortical modulation of the amygdala response to fearful stimuli. *Biological Psychiatry*, 53, 494-501.
- Halgren, E., Squires, N. K., Wilson, C. L., Rohrbaugh, J. W., Babb, T. & Crandall, P. H. (1980). Endogenous potentials generated in the human hippocampal formation and amygdala by infrequent events. *Science*, 210, 803-805.
- Hawkes, C. H., Shephard, B. C. & Daniel, S. E. (1997). Olfactory dysfunction in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 62, 436-446.
- Henkin, R. I., Levy, L. M. (2001). Lateralization of brain activation to imagination and smell of odors using functional magnetic resonance imaging (fMRI): Left Hemispheric Localization of pleasant and right hemispheric localization of unpleasant odors. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 25(4), 493-514.
- Herz, R. (2003). The effect of verbal context on olfactory perception. *Journal of Experimental Psychology*, 132, 595-606.
- Herz, R. S. & Clef, J. von (2001). The influence of verbal labelling on the perception of odors: Evidence for olfactory illusions? *Perception*, 30, 381-391.
- Hjorth, B. (1975). Technical contribution. An on-line transformation of EEG scalp potentials into orthogonal source derivations. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 39, 526-530.
- Hudry, J., Ryvlin, P., Royet, J-P. & Mauguière, F. (2001). Odorants elicit evoked potentials in the human amygdala. *Cerebral Cortex*, 11, 619-627.
- Hulshoff Pol, H. E., Hijman, R., Baaré, W. F. C. & Ree, J. M. van (1998). Effects of context on judgement of odor intensities in humans. *Chemical senses*, 23, 131-135.
- Hulshoff Pol, H. E., Hijman, R., Tulleken, C. A., Heeren, T. J., Schneider, N. & Ree, J. M. van (2002). Odor discrimination in patients with frontal lobe damage and Korsakoff's syndrome. *Neuropsychologia*, 40(7), 888-891.
- Hummel, T., Doty, R. J. & Yousem, D. M. (2005). Functional MRI of intranasal chemosensory trigeminal activation. *Chemical Senses*, 30 (suppl 1), i205-i206.
- Hummel, T., Heilmann, S., & Murphy, C. (2001). Age-related changes of chemosensory functions. In *Olfaction, Taste, and Smell*, C. Rouby (Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hummel, T., Knecht, M. & Kobal, G. (1996). Peripherally obtained electrophysiological responses to olfactory stimulation in man: electro-olfactograms exhibit a smaller degree

- of desensitization compared with subjective intensity estimates. *Brain Research*, 717, 160-164.
- Hummel, T. & Kobal, G. (1992). Differences in human evoked potentials related to olfactory or trigeminal chemosensory activation. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 84, 84-89.
- Hummel, T. & Kobal, G. (1999). Chemosensory event-related potentials to trigeminal stimuli change in relation to the interval between repetitive stimulation of the nasal mucosa. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 256, 16-21.
- Hummel, T., Roscher, S., Jaumann, M. P. & Kobal, G. (1996). Intranasal chemoreception in patients with multiple chemical sensitivities: a double-blind investigation. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 24, 79-86.
- Huynh, H. & Feld, L. S. (1976). Estimation of the box correction for degrees of freedom from sample data in randomized block and split-plot designs. *Journal of Educational Statistics*, 1, 69-82.
- Illig, K. R. (2005). Projections from orbitofrontal cortex to anterior piriform cortex in the rat suggest a role in olfactory information processing. *Journal of comparative neurology*, 488(2), 224-231.
- Jacob, T. J. C., Faser, C., Wang, L., Walker, V. & O'Connor, S. (2003). Psychophysical evaluation of responses to pleasant and mal-odour stimulation in human subjects: adaptation, dose response and gender differences. *International Journal of Psychophysiology*, 48, 67-80.
- Jahnke, W. & Debus, G. (1978). *Die Eigenschaftswörterliste (EWL-K) – Ein Verfahren zur Erfassung der Befindlichkeit*. Göttingen, Hogrefe.
- Janke, W. & Ising, M. (2003). Prediction of placebo responses by multiple regression methods and CFA. Re-analysis of an experiment conducted by W. Jahnke between 1963 and 1966. *Psychology Science*, 45, 223-235.
- Jesberger, J. A., & Richardson, J. S. (1988). Brain output dysregulation induced by olfactory bulbectomy: An approximation in the rat of major depressive disorder in humans? *International Journal of Neuroscience*, 38, 241-265.
- Johnston, V. S., Miller, D. R. & Burselen, M. H. (1986). Multiple P3s to emotional stimuli and their theoretical significance, *Psychophysiology*, 23, 684-694.
- Johnson, G. (1993). On the neuronal generators of the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology*, 30, 90-97.

- Jones-Gotman, M., Zatorre, R. J., Cendes, F., Olivier, A., Andermann, F., McMackin, D., Staunton, H., Siegel, A. M., Wieser, H.-G. (1997). Contribution of medial versus lateral temporal-lobe structures to human odour identification. *Brain*, *120*, 1845-1856.
- Jones, T. F., Craig, A. S., Hoy, D., Gunter, E. W., Ashley, D. L., Barr, D. B., Brock, J. W., & Schaffner, W. (2000). Mass psychogenic illness attributed to toxic exposure at a high school. *The New England Journal of Medicine*, *342*, 96-100.
- Karlson, P., Lüscher, M. (1959). Pheromones: a new term for a class of biologically active substances. *Nature*, *183*, 55-56.
- Kayser, J. Tenke, C., Nordby, H., Hammerborg, D., Hugdahl, K. & Erdmann, G. (1997). Event-related potential (ERP) asymmetries to emotional stimuli in a visual half-field paradigm. *Psychophysiology*, *34*, 414-426.
- Keil, A., Müller, M. M., Gruber, T., Stolarova, M., Wienbruch, C. & Elbert, T. (2001). Effects of emotional arousal in the cerebral hemispheres: A study of oscillatory brain activity and event-related potentials. *Clinical Neurophysiology*, *112*, 2057-2068.
- Keil, A., Bradley, M. M., Hauk, O., Rockstroh, B., Elbert, T. & Lang, P. J. (2002). Large-scale neural correlates of affective picture processing. *Psychophysiology*, *39*, 641-649.
- Kelly, J. P., Wrynn, A. S. & Leonard, B. E. (1997). The olfactory bulbectomized rat as a model of depression: An update. *Pharmacological Therapy*, *74*, 299-316.
- Kiesswetter, E., Sietmann, B., Zupanic, M., Thriel, Ch. van, Golka, K., Seeber, A. (1999) Verhaltenstoxikologische Aspekte der Prävalenz und Ätiologie "multipler chemischer Sensitivität". *Allergologie*, *22* (12), 719-735.
- Kikusui, T., Takigami, S., Takeuchi, Y. & Mori, Y. (2001). Alarm pheromone enhances stress-induced hyperthermia in rats. *Physiology & Behavior*, *72*, 45-50.
- Kline, J. P., Blackhart, G. C., Woodward, K. M., Williams, S. R. & Schwartz, G. E. R. (2000). Anterior electroencephalographic asymmetry changes in elderly women in response to a pleasant and an unpleasant odor. *Biological Psychology*, *52*, 241-250.
- Knasko, S. C. (1995). Pleasant odors and congruency: Effects on Approach Behavior. *Chemical Senses*, *20*, 479-487.
- Knasko, S. C., Gilbert, A. N. & Sabini, J. (1990). Emotional state, physical wellbeing and performance in the presence of a feigned ambient odor. *Journal of Applied Social Psychology*, *20*, 1345-1357.

- Kobal, G. (2003). Electrophysiological measurement of olfactory function. In Doty, R.L. (Hrsg.), *Handbook of Olfaction and Gustation*. 229-249. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Kobal, G., Hummel, T. (1991). Olfactory evoked potentials in humans. In T. V. Getchell, R. L. Doty, L.M. Bartoshuk, & J. B. Snow (Eds.), *Smell and taste in health and disease*. 255-275. New York: Raven Press.
- Kobal, G., Kettenmann, B. (2000). Olfactory functional imaging and physiology. *International Journal of Psychophysiology*, 36, 157-163.
- Kratskin, I. L. & Belluzzi, O. (2003). Anatomy and neurochemistry of the olfactory bulb. In R.L. Doty (Ed.) *Handbook of olfaction and gustation. Second edition, revised and expanded*, 139-164. New York, Marcel Dekker.
- Krauel, K., Schott, P., Sojka, B., Pause, B. & Ferstl, R. (1999). Is there a mismatch negativity analogue in the olfactory event-related potential? *Journal of Psychophysiology*, 13, 49-55.
- Krauel, K., Pause, B. M., Sojka, B., Schott, P & Ferstl, R. (1998). Attentional Modulation of central odor processing. *Chemical Senses*, 23, 423-432.
- Kreutzer, R., Neutra, R. R. & Lashuay, N. (1999). Prevalence of people reporting sensitivities to chemicals in a population-based survey. *American Journal of Epidemiology*, 150 (1), 1-12.
- Krolak-Salmon, P., Hénaff, M.-A., Vighetto, A., Bertrand, O. & Mauguière, F. (2004). Early amygdala reaction to fear spreading in occipital, temporal, and frontal cortex: A depth electrode ERP study in human. *Neuron*, 42, 665-676.
- Lane, R. D., Reiman, E. M., Bradley, M. M., Lang, P. J., Ahern, G. L., Davidson, R. J. & Schwartz, G. E. (1997). Neuroanatomical correlates of pleasant and unpleasant emotion. *Neuropsychologia*, 35(11), 1437-1444.
- Larsson, M., Finkel, D. & Pedersen, N. L. (2000). Odor identification: Influences of age, gender, cognition, and personality. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 5, 304-310.
- Laudien, J., Küster, D., Sojka, B., Ferstl, R. & Pause, B.M. (2004). Induced helplessness attenuates olfactory stimulus processing. *Journal of Psychophysiology*, 18 (4), 214.
- Laurian, S., Bader, M., Lanares, J. & Oros, L. (1991). Topography of event-related potentials elicited by visual stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 10, 231-238.
- Lazarus, R. S. & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer.

- Lebel, D., Grossman, Y., Barkai, E. (2001). Olfactory learning modifies predisposition for long-term potentiation and long-term depression induction in the rat piriform (olfactory) cortex. *Cerebral cortex*, *11*, 485-489.
- LeDoux, J. (1996). *The Emotional Brain*. New York: Simon & Schuster.
- Le Norcy, S. (1988). Selling perfume: A technique or an art? In S. Van Toller & G. H. Dodd (Eds.) *Perfumery. The psychology and biology of fragrance*. 217-226: London/New York: Chapman and Hall.
- Lévesque, J., Eugène, F., Joannette, Y., Paquette, V., Mensour, B., Beaudoin, G., Leroux, J.-M., Bourgouin, P. & Beauregard, M. (2003). Neural circuitry underlying voluntary suppression of sadness. *Biological Psychiatry*, *53*, 5023-510.
- Levine, G. (1991). *A Guide to SPSS for Analysis of Variance*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Hillsdale, New Jersey.
- Li, Z. (1990). A model of olfactory adaptation and sensitivity enhancement in the olfactory bulb. *Biological Cybernetics*, *62*, 349-361.
- Liddel, B. J., Williams, L. M., Rathjen, J., Shevrin, H. & Gordon, E. (2004). A temporal dissociation of subliminal fear perception: An event-related potential study. *Journal of cognitive neuroscience*, *16*(3), 479-486.
- Lötsch, J., Ahne, G., Kunder, J., Kobal, G. & Hummel, T. (1998). Factors affecting pain intensity in a pain model based upon tonic intranasal stimulation in humans. *Inflammatory research*, *47*, 446-450.
- Lorig, T. S. (2000). The application of electroencephalographic techniques to the study of human olfaction: a review and tutorial. *International Journal of Psychophysiology*, *36*, 91-104.
- Lorig, T. S., Matia, C. C., Peszka, J. J. & Bryant, D. N. (1996). The effects of active and passive stimulation on chemosensory event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, *23*, 199-205.
- Lorig, T. S., Sapp, A. C., Campbell, J. & Cain, W. S. (1993). Event-related potentials to odor stimuli. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *31*, 131-134.
- Mackay-Sim, A. & Laing, D. G. (1981). Rats' responses to blood and body odors of stressed and non-stressed conspecifics. *Physiology & Behavior*, *27*, 503-510.
- Maturana, H. & Varela, F. (1987). *Der Baum der Erkenntnis: Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens*. Bern: Scherz Verlag.
- Mayberg, H. S., Liotti, M., Brannan, S. K., McGinnis, S., Mahurin, R. K., Jerabeck, P. A., Silva, J. A., Tekell, J. L., Martin, C. C., Lancaster, J. L., & Fox, P. T. (1999) Recipro-

- cal limbic-cortical function and negative mood: Converging PET findings in depression and normal sadness. *American Journal of Psychiatry*, 156, 675-682.
- Meggs, W. J., Dunn, K. A., Bloch, R. M., Goodman, P. E. & Davidoff, A. L. (1996). Prevalence and nature of allergy and chemical sensitivity in a general population. *Archives of Environmental Health*, 51 (4), 275-282.
- Millqvist, E., Bende, M. & Löwhagen, O. (1998). Sensory hyperreactivity-a possible mechanism underlying cough and asthma-like symptoms. *Allergy*, 53 (12), 1208-12.
- Miltner, w., Krieschel, S. & Gutberlet, I. (2000). P300 – a signature for threat processing in phobic subjects. *Psychophysiology*, 37 (suppl. 1), 71.
- Mini, A., Palomba, D. Angrilli, A. & Bravi, S. (1996). Emotional information processing and visual evoked brain potentials. *Perceptual and Motor Skills*, 83, 143-152.
- Mitzdorf, U. (1991). Physiological sources of evoked potentials. *Event-Related Brain Research, EEG Suppl.* 42, 47-57.
- Möller, R., Pause, B. M. & Ferstl, R. (1999). Induzierbarkeit geruchlicher Sensitivität durch Duft-Exposition bei Personen mit spezifischer Anosmie. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 46 (1), 53-71.
- Mombaerts, P. (1999). Seven-transmembrane proteins as odorant and chemosensory receptors. *Science*, 286, 707-711.
- Mombaerts, P. (2001). How smell develops. *Nature neuroscience*, 4, 1192-1198.
- Mori, K., Nagao, H., Yoshihara, Y. (1999). The olfactory bulb: Coding and processing of odor molecule information. *Science*, 286, 711-715.
- Morris, J. S., Öhman, A. & Dolan, R. J. (1998). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, 393, 467-470.
- Morris, J. S., Öhman, A. & Dolan, R. J. (1999). A subcortical pathway to the right amygdala mediating “unseen” fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 96, 1680-1685.
- Morrot, G., Brochet, F. & Dubourdiou, D. (2001). The color of odors. *Brain and Language*, 79, (2), 309-320.
- Näätänen, R. (1992). *Attention and Brain Function*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Näätänen, R., & Picton, T. (1987). The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and analyses of the component structure. *Psychophysiology*, 24, 375-425.

- Naumann, E., Bartussek, C. Diedrich, O. & Laufer, M. E. (1992). Assessing cognitive and affective information processing functions of the brain by means of the late positive complex of the event-related potential. *Journal of Psychophysiology*, 6, 285-298.
- Nauman, E., Maier, S., Diedrich, O., Becker, G. & Bartussek, D. (1997). Structural, semantic, and emotion-focussed processing of neutral and negative nouns: Event-related potential correlates. *Journal of Psychophysiology*, 11, 158-172.
- Nordin, S., Martinkauppi, M., Olofsson, J., Hummel, T., Millqvist, E. & Bende, M. (2005). Chemosensory perception and event-related potentials in self-reported chemical hypersensitivity. *International Journal of Psychophysiology*, 55, 243-255.
- Nunez, P. L., Siberstein, R. B., Cadusch, P. J., Wijesinghe, R. S., Westorp, A. F., Srinivasan, R. (1994). A theoretical and experimental study of high resolution EEG based on surface Laplacians and cortical imaging. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 90, 40-57.
- O'Doherty, J., Rolls, E. T., Francis, S., Bowtell, R., McGlone, F., Kobal, G., Renner, B., Ahne, G. (2000). Sensory-specific satiety-related olfactory activation of the human orbitofrontal cortex. *Neuroreport*, 11(4), 2000.
- Öhman, A. & Wiens, S. (2003). On the automaticity of autonomic responses in emotion: An evolutionary perspective. In R. J. Davidson, Scherer, K. R. & H. H. Goldsmith (Eds.) *Handbook of Affective Sciences*, 256-275. Oxford University Press.
- Ojima, M. Tonori, H., Sato, T., Skabe, K., Miyata, M., Ishikawa, S. & Aizawa, Y. (2002). Odor perception in patients with multiple chemical sensitivity. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 198 (3), 163-173.
- Orbaek, P., Ostenberg, K., Akesson, B., Bergendorf, U., Karlson, B. & Seger, L. (1998). Suprathreshold intensity and annoyance reactions in experimental challenge to toluene and n-butyl acetate among subjects with long-term solvent exposure. *Scandinavian Journal of Environmental Health*, 24 (5), 432-438.
- Osgood, Charles, E. & Tannenbaum, Percy H. (1955). The Principles of Congruity in the Predication of Attitude Change. *Psychological Review*, 62, 42-55.
- Otto, T., Cousens, G., Herzo, C. (2000). Behavioral and neuropsychological foundations of olfactory fear conditioning. *Behavioral Brain Research*, 110 (1), 119-128.
- Palomba, D., Angrilli, A. & Mini, A. (1997). Visual evoked potentials, heart rate responses and memory to emotional pictorial stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 27, 55-67.

- Pauli, P., Dengler, W., Wiedemann, G., Montoya, P., Flor, H., Birbaumer, N. & Buchdremer, G. (1997). Behavioral and neurophysiological evidence for altered processing of anxiety-related words in panic-disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 106, 213-220.
- Pause, B.M. (1994) Die zentralnervöse Geruchsverarbeitung beim Menschen: Zur Differenzierung endogener und exogener Modulatoren der Geruchsevozierten Hirnstromaktivität. Holos Verlag, Bonn
- Pause, B. M. (2002). Human brain activity within the first second after odor presentation. In C. Rouby, B. Schaal, D. Dubois, R. Gervais & A. Holley (Eds.) *Olfaction, Taste, and Cognition*, 309-323. New York: Cambridge University Press.
- Pause, B. M. (2004a). *Über den Zusammenhang von Geruch und Emotion und deren Bedeutung für klinisch-psychologische Störungen des Affektes*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Pause, B. M. (2004b). Are androgen steroids acting as pheromones in humans? *Physiology & Behavior*, 83, 21-29.
- Pause, B. M., Ferstl, R. & Fehm-Wolfsdorf, G. (1998). Personality and olfactory sensitivity. *Journal of Research in Personality*, 32, 510-518.
- Pause, B. M. & Krauel, K. (1998). Smelling without attending? *Aroma-Chology Review*, 7(1), 4-6.
- Pause, B. M. & Krauel, K. (2000). Chemosensory event-related potentials (CSERP) as a key to the psychology of odors. *International Journal of Psychophysiology*, 36, 105-122.
- Pause, B. M., Krauel, K., Sojka, B. & Ferstl, R. (1999a). Body odor evoked potentials: a new method to study the chemosensory perception of self and non-self in humans. *Genetica*, 104, 285-294.
- Pause, B. M., Krauel, K., Sojka, B. & Ferstl, R. (1999b). Is odor processing related to oral breathing? *International Journal of Psychophysiology*, 32, 251-260.
- Pause, B. M., Lembke, J., Reese, I., Hinze-Selch, D., Aldenhoff, J. B. & Ferstl, R. (2005). Reduzierte geruchliche Sensitivität bei Psychopharmaka-freien Patienten mit Major Depression. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 34 (2), 79-85.
- Pause, B.M., Miranda, A., Göder, R., Aldenhoff, J.B., Ferstl, R. (2001). Reduced olfactory performance in patients with major depression. *Journal of Psychiatric Research*, 35, 271-277.
- Pause, B. M., Miranda, A., Nyserud, M. & Ferstl, R. (2000). Geruchs- und emotionale Reiz-Bewertung bei Patienten mit Major Depression. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, 29(1), 16-23

- Pause, B. M., Ohrt, A., Prehn, A. & Ferstl, R. (2004). Positive emotional priming of facial affect perception in females is diminished by chemosensory anxiety signals. *Chemical Senses*, 29, 797-805.
- Pause, B.M., Raack, N., Sojka, B., Göder, R., Aldenhoff, J.B. & Ferstl, R. (2003). Convergent and divergent effects of odors and emotions in depression. *Psychophysiology*, 40, 209-225.
- Pause, B. M., Rogalski, K. P., Sojka, B. & Ferstl, R. (1999c). Sensitivity to androstenone in female subjects is associated with an altered brain response to male body odor. *Physiology & Behavior*, 68, 129-137.
- Pause, B. M., Sojka, B. & Ferstl, R. (1997). Central processing of odor concentration is a temporal phenomenon as revealed by chemosensory event-related potentials (CSEKP). *Chemical Senses*, 22, 9-26.
- Pause, B. M., Sojka, B., Krauel, K., Fehm-Wolfsdorf, G., & Ferstl, R. (1996a). Olfactory information processing during the course of the menstrual cycle. *Biological Psychology*, 44, 31-54.
- Pause, B. M., Sojka, B., Krauel, K. & Ferstl, R. (1996b). The nature of the late positive complex within the olfactory event-related potential (OERP). *Psychophysiology*, 33, 376-384.
- Perrin, F., Pernier, J., Bertrand, O., & Echallier, J. F. (1989). Spherical splines for scalp potential and current density mapping. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 72, 184-187.
- Peters, J. M., Hummel, T., Kratzsch, R., Lötsch, J., Skarke, C., & Frölich, L. (2003). Olfactory function in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: An investigation using psychophysical and electrophysiological techniques. *The American Journal of Psychiatry*, 160, 1995-2002.
- Poellinger, A., Thomas, r., Lio, P., Lee, A., Makris, N., Rosen, B. R., Kwong, K. K. (2001). Activation and Habituation in olfaction – an fMRI study. *Neuroimage*, 13, 547-560.
- Prah, J. D. & Bernignus, V. A. (1992). Olfactory evoked responses to odorous stimuli of different intensities. *Chemical Senses*, 17, 417-425.
- Quirk, G. J., Russo, G. K., Barron, J. L. & Lebron, K. (2000). The role of ventromedial prefrontal cortex in the recovery of extinguished fear. *The Journal of Neuroscience*, 20 (16), 6225-6231.
- Qureshy, A., Kawashima, R., Imran, M., Sugiura, M., Goto, F., Okada, K., Inoue, K., Itoh, M., Schormann, T., Zilles, K. & Fukuda, H. (2000). Functional Mapping of human

- brain in olfactory processing: A PET study. *Journal of Neurophysiology*, 84, 1656-1666.
- Rappenus, R. (1998). *Die Einschätzung der Geruchseigenschaften von Androstenon durch Frauen in Abhängigkeit von Temperatur und Erwartungshaltung*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- Ridderinkhof, K. R., Ullsperger, M., Crone, E. A. & Nieuwenhuis, S. (2004). The role of the medial frontal cortex in cognitive control. *Science*, 306, 443-447.
- Ritter, W. & Ruchkin, D. S. (1992). A review of event-related potential components discovered in the context of studying P3. In : D. Friedman & G. Bruder (Eds.). *Psychophysiology and Experimental Psychopathology. A Tribute to Samuel Sutton.. Annals of the New York Academy of Sciences*. New York, 658, 1-32.
- Rottman, S. J. & Snowdon, C. T. (1972). Demonstration and analysis of an alarm pheromone in mice. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 81(3), 483-490.
- Rolls, E. T. (2001). The rules of formation of the olfactory representations found in the orbitofrontal cortex olfactory areas in primates. *Chemical Senses*, 26, 595-604.
- Rolls, E. T., Critchley, H. D., Mason, R. & Wakeman, E. A. (1996). Orbitofrontal cortex neurones: Role in olfactory and visual association learning. *Journal of Neurophysiology*, 75(5), 1970-1981.
- Rolls, E. T., Kringelbach, M. L. & Araujo, E. T. de (2003). Different representations of pleasant and unpleasant odours in the human brain. *European Journal of Neuroscience*, 18, 695-703.
- Rolls, E. T. & Scott, T. R. (2003). Central taste anatomy and neurophysiology. In R.L. Doty, (Hrsg.). *Handbook of olfaction and gustation* (2nd ed.), 679-705. New York: Marcel Dekker.
- Royet, J.-P., Koenig, O., Gregoire, M.-C., Cinotti, L., Lavenne, F., Le Bars, D., Costes, N., Vigouroux, M., Farget, V., Sicari, G., Holley, A., Mauguiere, F., Comar, D. & Froment, J.-C. (1999). Functional anatomy of perceptual and semantic processing for odors. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 94-109.
- Royet, J.-P. & Plailly, J. (2004). Lateralisation of olfactory Processes. *Chemical Senses*, 29, 731-745.
- Royet, J.-P., Zald, D., Versace, R., Costes, N., Lavenne, F., Koenig, O. & Gervais, R. (2000). Emotional responses to pleasant and unpleasant olfactory, visual, and auditory stimuli: a positron emission tomography study. *The Journal of Neuroscience*, 20(20), 7752-7759.

- Rutschkin, D. S., Sutton, S., Kietzman, M. L. & Silver, K. (1980). Slow wave and P300 in signal detection. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 50, 35-47.
- Ryan, C. M., Morrow, L. A. & Hodgson, M. (1988). Cacoscopia and neurobehavioral dysfunction associated with occupational exposure to mixtures of organic solvents. *American Journal of Psychiatry*, 145(11), 1442-1445.
- Savic, I., Gulyas, B., Larsson, M., Roland, P. (2000). Olfactory functions are mediated by parallel and hierarchical processing. *Neuron*, 26, 735-745.
- Schab, R. R. & Crowder, R. G. (1991). Implicit measures of odor memory. In R. R. Schab & R. G. Crowder (Eds.) *Memory for odors*, 71-91. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Schachter, S. & Singer, J. E. (1962). Cognitive, social and physiological determinants of emotional state. *Psych. Review*, 69, S. 379-407.
- Schaefer, S. M., Jackson, D. C., Davidson, R. J., Aguirre, G. K., Kimber, D. Y. & Thomson-Schill, S. L. (2002). Modulation of amygdala activation by the conscious regulation of negative emotion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 913-921.
- Schneider, F., Gur, R. E., Mozley, L. H., Smith, R. J., Mozley, P. D., Censits, D. M., Alavi, A. & Gur, R. C. (1995). Mood effects on limbic blood flow correlate with emotional self-rating: A PET study with oxygen-15 labeled water. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 61, 265-283.
- Schneider, F., Gur, R. E., Alavi, A., Seligman, M. E. P., Mozley, L. H., Smith, R. J., Mozley, P. D., & Gur, R. C. (1996). Cerebral blood flow changes in limbic regions induced by unsolvable anagram tasks. *The American Journal of Psychiatry*, 153, 206-212.
- Schoenbaum, G., Chiba, A. A., Gallagher, M. (1998). Orbitofrontal cortex and basolateral amygdala encode expected outcomes during learning. *Nature neuroscience*, 1(2), 155-159.
- Schoenbaum, G., Chiba, A. A., Gallagher, M. (1999). Neural encoding in orbitofrontal cortex and basolateral amygdala during olfactory discrimination learning. *The Journal of Neuroscience*, 19(5), 1876-1884.
- Schoenbaum, G. & Setlow, B. (2001). Integrating Orbitofrontal Cortex into Prefrontal Theory: Common Processing Themes across Species and Subdivisions. *Learning and Memory*, 8, 134-147.
- Schröger, E. (1998). Measurement and interpretation of the mismatch negativity. *Behavior research methods, instruments, & computers : A journal of the Psychonomic Society, In.*, 30, 131-145.

- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T. & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37, 257-261.
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A. I. & Hamm, A. O. (2003). Attention and emotion: an ERP analysis of facilitated emotional stimulus processing. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology*, 14(8), 1107-1110.
- Schupp, H. T., Öhman, A., Junghöfer, M., Weike, A. I., Sockburger, J. & Hamm, A. O. (2004). The facilitated processing of threatening faces: An ERP analysis. *Emotion*, 4(2), 189-200.
- Seeber, A., Demes, P., Golka, K., Kiesswetter, E., Schäper, M., van Thriel, C. & Zupanec, M. (2000). Subjective symptoms due to solvent mixtures, dioxin, and toluene: impact of exposure versus personality factors. *Neurotoxicology*, 21(5):677-84
- Seeber, A., Thriel, C. van, Haumann, K., Kiesswetter, E., Blaszkewicz, M. & Golka, K. (2002). Psychological reactions related to chemosensory irritation. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 75, 314-325.
- Serby, M. J., Larson, P.M., & Kalkstein, D. (1990). Olfactory sense in psychoses. *Biological Psychiatry*, 28, 830.
- Serby, M. J., Larson, P.M., & Kalkstein, D. (1992). Olfaction and neuropsychiatry. In M.J. Serby & K. L. Chobor (Eds.), *Science of olfaction*, 559-584. New York: Springer.
- Serizawa, S., Ishii, T., Nakatani, H., Tsuboi, A., Nagawa, F., Asano, M., Sudo, K., Sakagami, J., Sakano, H., Ijiri, T., Matsuda, Y., Suzuki, M., Yamamori, T., Ivakura, Y. & Sakano, H. (2000). Mutually exclusive expression of odorant receptor transgenes. *Nature neuroscience*, 3(7), 687-693.
- Shusterman, D., Lipscomb, J., Neutra, R. & Satin, K. (1991). Symptom prevalence and odor-worry interaction near hazardous waste sites. *Environmental Health Perspectives*, 94, 25-30.
- Siegel, G. J., Steinhauer, S. R., Thase, M. E., Stenger, A. & Carter, C. S. (2002). Can't shake that feeling: Event-Related fMRI assessment of sustained amygdala activity in response to emotional information in depressed individuals. *Biological Psychiatry*, 51, 693-707.
- Smeets, M. A. M. & Dalton, P. H. (2002). Perceived odor and irritation of isopropanol: a comparison between naïve controls and occupationally exposed workers. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 75, 541-548.

- Smeets, M. A. M. & Dalton, P. H. (2005). Evaluating the Human Response to chemicals: odor, irritation and non-sensory factors. *Environmental Toxicology & Pharmacology*, *19*, 581-588.
- Sobel, N., Johnson, B. N. & Mainland, J. (2003). Functional neuroimaging of human olfaction. In R.L. Doty (Ed.) *Handbook of olfaction and gustation. Second edition, revised and expanded*, 251-273. New York, Marcel Dekker.
- Song, C., Leonard, B. E. (2005). The olfactory bulbectomised rat as a model of depression. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *29*, 627-647.
- Spence, C., McGlone, F. P., Kettenmann, B. & Kobal, G. (2001). Attention to olfaction. A psychophysical investigation. *Experimental Brain Research*, *138*, 432-437.
- Spencer, K. M., Dien, J. & Donchin, E. (1999). A componential analysis of the ERP elicited by novel events using a dense electrode array. *Psychophysiology*, *36*, 409-414.
- Spurgeon, A. (2002). Models of unexplained symptoms associated with occupational and environmental exposures. *Environmental Health Perspectives*, *11*(4), 601-605.
- Steiner, J. E., Lidar-Lifschitz, D. & Perl, E. (1993). Taste and odor: reactivity in depressive disorders, a multidisciplinary approach. *Perceptual and Motor Skills*, *77*, 1337-1346.
- Stevens, S. S. (1958). Adaptation-level vs. the relativity of judgement. *The American Journal of Psychology*, *71*, 633-647.
- Tanner, W. P., Jr., and Swets, J. A., (1954). A decision-making theory of visual detection. *Psychological Review*, *61*, 401-409.
- Tateyama, T., Hummel, T., Roscher, S. Post, H. & Kobal, G. (1998). Relation of olfactory event-related potentials to changes in stimulus concentration. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, *108*, 449-455.
- Thriel, C. van, Kiesswetter, E. & Seeber, A. *Beschwerden am Arbeitsplatz. unveröffentlichter Fragebogen*
- Thriel, C. van, Wiesmüller, G. A., Blaszkewicz, M., Golka, K., Kiesswetter, E., Seeber, A. & Bachert, C. (2003). Intranasal effects in chemically sensitive volunteers. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, *14* (3), 129-137.
- Tucker, D. M., Derryberry, D., Luu, P. (2000). Anatomy and physiology of human emotion: vertical integration of brain stem, limbic, and cortical systems. In J. C. Borod (Ed.) *The Neuropsychology of Emotion*, 56-79. New York: Oxford University Press.
- Turetsky, B. I., Moberg, P. J., Owzar, K., Johnson, S. C., Doty, R. L., & Gur, R. E. (2003). Physiologic impairment of olfactory stimulus processing in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, *53*, 390-402.

- Vanderwolf, C. H. & Zibrowski, E. M., (2001). Piriform cortex β -waves: odor-specific sensitization following repeated olfactory stimulation. *Brain research*, 892(2), 301-308.
- Van Toller, S. (1988). Emotion and the brain. In S. Van Toller & G. H. Dodd (Eds.) *Perfumery*, 121-146. New York: Chapman & Hall.
- Vogel, E. K. & Luck, S. J. (2000). The visual N1 component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology*, 37, 190-203.
- Walker, D. L., Paschall, G. Y. & Davis, M. (2005). Glutamate receptor antagonist infusions into the basolateral and medial amygdala reveal differential contributions to olfactory v.s context fear conditioning and expression. *Learning & Memory*, 12, 120-129.
- Wang, L., Walker, V. E., Sardi, H., Fraser, C. & Jacob, T. J. C. (2002). The correlation between physiological and psychological responses to odour stimulation in human subjects. *Clinical Neurophysiology*, 119, 542-551.
- Whalen, P. J., Rauch, S. L., Etcoff, N. L., McInerney, S. C., Lee, M. B. & Jenike, M. A. (1998). Masked Presentations of Emotional Facial Expressions Modulate Amygdala Activity without Explicit Knowledge. *The Journal of Neuroscience*, 18(1), 411-418.
- Wilson, D. A. & Sullivan, R. M. (2003). Sensory physiology of central olfactory pathways. In R.L. Doty (Ed.) *Handbook of olfaction and gustation. Second edition, revised and expanded*, 181-201. New York, Marcel Dekker.
- Wilson, D. A. (1998). Habituation of odor responses in the rat anterior piriform cortex. *Journal of Neurophysiology*, 79, 1425-1440.
- Winters, W., Devriese, S., Van Diest I., Nemery, B., Veulemans, H., Eelen, P., Van de Woestijne, K. & Van den Bergh, O. (2003). Media Warnings About Environmental Pollution Facilitate the Acquisition of Symptoms in Response to Chemical Substances. *Psychosomatic Medicine*, 65, 332-338.
- Wyatt, T. D. (2003). *Pheromones and animal behaviour*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Wysocki, C. J., Dalton, P., Brody, M. J. & Lawley, H. J. (1997). Acetone odor and irritation thresholds obtained from acetone-exposed factory workers and from control (occupationally unexposed) subjects. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 58, 704-712,.
- Wynn, A. S., Donohoe, N. & Leonard, B. E. (1999). A morphological investigation within the anterior cortical nucleus of the amygdala following olfactory bulbectomy. *Medical Science Research*, 27, 513-515.

- Zalaquett, C. & Thiessen, D. (1991). The effects of odors from stressed mice on conspecific behavior. *Physiology & Behavior*, *50*, 221-227.
- Zald, D. H. (2003). Review. The human amygdala and the emotional evaluation of sensory stimuli. *Brain Research Reviews*, *41*, 88-123.
- Zald, D. H., Pardo, J.V (1997). Emotion, olfaction, and the human amygdala: Amygdala activation during aversive olfactory stimulation. *Proceedings of the National Academy of Science*, *94*, 4119-4124.
- Zald, D. H., Pardo, J.V. (2000). Functional neuroimaging of the olfactory system in humans. *International Journal of Psychophysiology*, *36*, 165-181.
- Zatorre, R. J., Jones-Gotman, M., Evans, A. C. & Meyer, E. (1992). Functional localisation and lateralisation of human olfactory cortex. *Nature*, *360*, 1992.
- Zatorre, R. J., Jones-Gotman, M, Rouby, C. (2000). Neural mechanisms involved in odor pleasantness and intensity judgments. *NeuroReport*, *11*(12), 2711-2716.
- Zellner, C. A. & Kautz, M. A. (1990). Color affects perceived odor intensity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *16*(2),391-397.
- Zerssen, D. von, Koeller, C.-M. (1976). *Die Beschwerden-Liste*, Parallelförmigen B-L und B-L', Klinische Selbstbeurteilungs-Skalen (KSb-S) aus dem Münchner Psychiatrischen Informations-System (PSYCHIS München), Beltz Test Gesellschaft mbH.
- Zerssen, D. von, Koeller, C.-M. (1976). *Depressivitäts-Skala*, Klinische Selbstbeurteilungs-Skalen (KSb-S) aus dem Münchner Psychiatrischen Informations-System (PSYCHIS München), Beltz Test Gesellschaft mbH.
- Zufall, F., Leinders-Zufall, T. (2000). The cellular and molecular basis of odor adaptation. *Chemical Senses*, *25*, 473-481.

9 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

B-L	Beschwerden-Liste
BO	Bulbus olfaktorius
CAUS	Fragebogen zur chemischen und allgemeinen Umweltsensitivität
CS	konditionierter Stimulus
CSD	Current source density
CSEKP	chemosensorisch Ereignis korreliertes Potential
DI	Duftluft
D-S	Depressivitäts-Skala
EEG	Elektroenzephalogramm
EKP	Ereignis korrelierte Potentiale
E-P-I	Eysenck-Persönlichkeits-Inventar
fMRT	funktionale Magnet Resonanz Tomographie
IBA	Isobornylazetat
IEI	idiopathische umweltbedingte Intoleranz
ISI	Interstimulus Intervall
k-SL	körperliche Symptomliste
kWk	kognitiver Wahrnehmungskontext
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
PfK	piriformer Kortex
RI	Reinluft
SAM-F	Fragebogens zur Erfassung dispositionaler Selbstaufmerksamkeit
SAM	Self-Assessment-Manikin
scÜE	selbstberichteter chemische Überempfindlichkeit
sMCS	selbstberichtete multiple chemische Sensitivität
nb, k, pb	negativer Bias, neutraler Bias, positiver Bias
MCS	multiple chemische Sensitivität
MI	Mischluft
pSW	positive slow wave
UCS	unkonditionierter Stimulus
UPSIT	University of Pennsylvania Smell Identification Test
Vpn	Versuchspersonen
Wb	Wohlbefinden (körperlichen Symptomliste)

CSEKP	chemosensorische Ereignis korrelierte Potentiale
csI	chemosensorische Irritationen (körperlichen Symptomliste)

10 ANHANG

- A Deskriptoren und deren Kodierungshäufigkeit in den drei Bias-Bedingungen sowie aufsummiert über alle Bedingungen

- B Analyse der topographischen und temporalen Charakteristika der Trials 1-30 und 31-60

- C Versuchsunterlagen

Anhang A: Deskriptoren und deren Kodierungshäufigkeit in den drei Bias-Bedingungen sowie aufsummiert über alle Bedingungen

Deskriptoren	pb	k	nb	Σ
medizinisch	3	9	8	20
aromatisch	8	4	6	18
Eukalyptus	8	6	4	18
Pfefferminz, minzig	8	2	6	16
chemisch	2	5	7	14
Desinfektionsmittel	2	4	6	12
holzig, harzig	6	0	4	10
Baumrinde, Birkenrinde	3	3	3	9
warm	3	3	3	9
Weihrauch	4	2	2	8
würzig	4	1	3	8
Reinigungsmittel, Putzmittel	1	4	3	8
kühl / kühlend	1	1	5	7
Nagellackentferner	2	2	3	7
Zedernholz	5	1	1	7
stechend, beißend, ätzend	1	2	3	6
Lack	2	2	2	6
seifig	2	3	1	6
Tee	4	1	1	6
Lavendel	3	2	1	6
süß	0	4	2	6
Ammoniak	0	2	2	4
Benzin / Lösungsmittel	1	0	3	4
duftend	3	1	0	4
Äther, Anästhesie	0	2	2	4
schwer	2	0	2	4
Alkoholisch	0	1	3	4
hell	1	1	1	3
fuchtig (keine Zitrusfrüchte)	1	0	2	3
Honig	1	2	0	3
ölig, fettig	2	1	0	3
Rosen	0	3	0	3
brennend	0	1	2	3
Terpentin	0	0	3	3
Fruchtig (Zitrusfrüchte)	2	0	0	2
abgestanden	0	0	2	2
Birne	0	2	0	2
Veilchen	1	1	0	2
Anis (Lakritz)	1	0	1	2

Deskriptoren	pb	k	nb	Σ
Eau de Cologne	1	0	1	2
Gewürznelken	1	1	0	2
bitter	0	1	1	2
Mottenkugeln	1	0	1	2
Terpentin	0	2	0	2
Zitrone	2	0	0	2
blumig	1	1	0	2
Parfüm	0	1	1	2
Seil (Schnur)	0	0	1	1
Banane	1	0	0	1
Moschus	1	0	0	1
Teer	0	0	1	1
nussig, Nüsse	1	0	0	1
Neuer Gummi	0	1	0	1
Ahornsirup	1	0	0	1
ranzig	0	0	1	1
Haushaltsgas	0	0	1	1
Metallisch	0	0	1	1
Geranienblätter	0	1	0	1
faulig, verdorben	0	1	0	1
prickelnd	1	0	0	1
Leder	0	0	1	1
Apfel	0	0	1	1
verbrannter Gummi	0	0	1	1
Sauerkraut	0	1	0	1
Farbe	0	0	1	1
Kokosnuss	1	0	0	1
käsigt	1	0	0	1
Fäkalien, Dung	0	0	1	1
verdorbene Früchte	0	1	0	1
abgeschn. Gras, Pflanzen	0	0	1	1
Pappe	0	0	1	1
nasses Papier	0	0	1	1
modrig, erdig	0	0	1	1
Urin	0	1	0	1
Kümmel	0	1	0	1
rußig	0	0	1	1
Kampfer	0	0	1	1
übelkeitserregend	0	1	0	1

Anhang B: Analyse der topographischen und temporalen Charakteristika der Trials 1-30 und 31-60

N1 der Trials 1-30 und 31-60 [N1_(1&2)]

Tabelle 10.1 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der Amplitude der N1_(1&2) und Tabelle 10.2 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 10.1: Mittlere Amplituden der N1_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μV]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	-1,60	-2,04	-2,01	-1,88
	<i>(SD)</i>	(1,52)	(1,80)	(1,82)	(1,64)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	-2,35	-2,71	-2,43	-2,50
	<i>(SD)</i>	(1,43)	(2,04)	(1,60)	(1,57)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	-3,70	-3,55	-3,55	-3,60
	<i>(SD)</i>	(2,48)	(2,73)	(2,47)	(2,46)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	-2,55	-2,77	-2,66	-2,66
	<i>(SD)</i>	(1,47)	(1,94)	(1,63)	(1,63)

Tabelle 10.2: Mittlere Latenzen der N1_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	308,33	313,78	310,67	310,93
	<i>(SD)</i>	(31,73)	(33,29)	(35,36)	(32,37)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	350,72	337,89	347,61	345,41
	<i>(SD)</i>	(42,38)	(38,88)	(43,06)	(38,35)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	368,11	361,33	365,94	365,13
	<i>(SD)</i>	(46,33)	(44,76)	(46,04)	(44,67)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	342,39	337,67	341,41	340,49
	<i>(SD)</i>	(35,11)	(34,36)	(36,86)	(34,56)

Bei der statistischen Analyse der N1_(1&2) Amplitude zeigte sich ein Haupteffekt für den Faktor Sagittal [$F(2, 84) = 21,07$; $p < 0,001$]. Die Einzelvergleiche ergaben, dass die N1_(1&2) von anterior über zentral nach posterior hin größer werden [anterior – zentral: $t(44) = 3,47$; $p = 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = 4,688$; $p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = 4,669$; $p < 0,001$]. Des Weiteren zeigte sich, dass innerhalb anteriorer Elektrodenpositionen [Sagittal \times Transversal: $F(4, 168) = 3,67$; $p = 0,008$; Transversal in anterior: $F(2, 84) = 6,55$; $p = 0,002$] die N1 Amplituden der linken Schädelseite kleiner sind als die der Mitte [$t(44) = 3,37$; $p = 0,002$] und die der rechten Seite [$t(44) = 3,16$; $p = 0,003$].

Die Auswertung bezüglich der Latenz ergab einen Haupteffekt für den Faktor Sagittal [$F(2, 84) = 73,82$; $p < 0,001$]. Die genauere Analyse ergab, dass die $N1_{(1\&2)}$ in anterioren Elektrodenpositionen mit kleinerer Latenz auftritt als in zentralen [$t(44) = -7,71$; $p < 0,001$] und posterioren [$t(44) = -9,99$; $p < 0,001$] Elektrodenpositionen. Auch ist die Latenz an zentralen Positionen kleiner als an posterioren [$t(44) = -5,53$; $p < 0,001$]. Zusätzlich zeigte sich ein tendenzieller Haupteffekt für den Faktor Transversal [$F(2, 84) = 3,00$; $p = 0,055$]. Die Einzelvergleiche ergaben, dass die Latenzen an den Elektrodenpositionen über der Schädelmitte kleiner sind als die der linken [$t(44) = 2,32$; $p = 0,025$] und rechten Seite [$M = 341,41$, $SD = 36,86$; $t(44) = -2,06$; $p = 0,045$]. Die Untersuchung des Interaktionseffektes Sagittal \times Transversal [$F(4, 168) = 6,11$; $p < 0,001$] jedoch zeigte, dass innerhalb anteriorer Positionen [$F(2, 84) = 6,55$; $p < 0,002$] die Latenzen der linken Seite kleiner sind als die der mittleren Positionen [$t(44) = -2,44$; $p = 0,019$].

P2 der Trials 1-30 und 31-60 [$P2_{(1\&2)}$]

Tabelle 10.3 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der Amplitude der $N1_{(1\&2)}$ und Tabelle 10.4 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 10.3: Mittlere Amplituden der $P2_{(1\&2)}$ in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μV]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	0,60	0,90	0,68	0,73
	<i>(SD)</i>	(1,72)	(2,43)	(2,08)	(1,95)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	-1,58	-1,04	-1,40	-1,34
	<i>(SD)</i>	(1,64)	(2,75)	(1,93)	(1,93)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	-2,84	-2,60	-2,58	-2,67
	<i>(SD)</i>	(2,65)	(2,91)	(2,62)	(2,64)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	-1,27	-0,91	-1,10	-1,10
	<i>(SD)</i>	(1,58)	(2,32)	(1,85)	(1,84)

Tabelle 10.4: Mittlere Latenzen der $P2_{(1\&2)}$ in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latzenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	392,44	393,61	394,06	393,97
	<i>(SD)</i>	(34,01)	(33,93)	(33,75)	(30,36)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	394,28	387,61	394,50	392,13
	<i>(SD)</i>	(32,73)	(31,90)	(36,01)	(29,59)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	396,33	391,28	398,78	395,46
	<i>(SD)</i>	(39,53)	(39,11)	(39,02)	(38,0)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	394,35	390,83	395,78	393,65
	<i>(SD)</i>	(28,01)	(29,48)	(31,34)	(28,07)

Bei der Analyse der P2_(1&2) Amplitude zeigte sich ein Haupteffekt für den Faktor Sagittal [$F(2, 84) = 62,34$; $p < 0,001$]. Die Einzelvergleiche ergaben, dass die P2_(1&2) Amplitude von anterioren über mittlere hin zu posterioren Elektrodenpositionen an Größe abnimmt [anterior – zentral: $t(44) = 8,266$; $p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = 8,164$; $p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = 5,697$; $p < 0,001$]. Zusätzlich zeigte sich tendenziell ein Haupteffekt für den Faktor Transversal [$F(2, 84) = 2,53$; $p = 0,086$]. Die Einzelvergleiche zeigten, dass die Amplitude der P2 über mittleren Elektrodenpositionen größer ist als auf der linken Schädel-seite [$t(44) = -2,10$; $p = 0,041$].

N2 der Trials 1-30 und 31-60 [N2_(1&2)]

Tabelle 10.5 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der N2_(1&2) Amplitude und Tabelle 10.6 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 10.5: Mittlere Amplituden der N2_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μ V]		Links	Mitte	Rechts	Sagittal
Anterior	M	-0,11	0,13	-0,27	-0,08
	(SD)	(1,42)	(2,08)	(1,73)	(1,62)
Zentral	M	-2,11	-1,69	-2,02	-1,94
	(SD)	(1,59)	(2,47)	(2,0)	(1,87)
Posterior	M	-3,23	-2,93	-3,28	-3,15
	(SD)	(2,48)	(2,80)	(2,45)	(2,46)
Transversal	M	-1,82	-1,49	-1,86	-1,72
	(SD)	(1,47)	(2,10)	(1,70)	(1,67)

Tabelle 10.6: mittlere Latenzen der N2_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latenzen [ms]		Links	Mitte	Rechts	Sagittal
Anterior	M	451,5	442,89	451,28	448,56
	(SD)	(41,98)	(43,37)	(38,87)	(36,80)
Zentral	M	424,17	420,5	432,39	425,69
	(SD)	(32,69)	(39,89)	(34,53)	(32,43)
Posterior	M	420,11	416,06	422,67	419,61
	(SD)	(36,01)	(39,50)	(36,37)	(35,92)
Transversal	M	431,93	426,48	435,44	431,28
	(SD)	(30,67)	(35,47)	(29,66)	(30,06)

Die statistische Analyse der Amplitude der N2_(1&2) ergab signifikante Haupteffekte der Faktoren Sagittal [$F(2, 84) = 57,21$; $p < 0,001$] und Transversal [$F(2, 84) = 3,26$; $p = 0,043$]. Die Einzelvergleiche zeigten, dass die N2_(1&2) Amplitude von anterioren über zentrale zu

posterioren Elektrodenpositionen an Größe zunimmt [anterior – zentral: $t(44) = 8,13$; $p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = -29,39$; $p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = -5,53$; $p < 0,001$] und in der Mitte kleiner ist als auf der rechten und tendenziell auch auf der linken Schädelseite [links – mitte: $t(44) = -1,95$; $p = 0,058$, mitte – rechts: $t(44) = 2,62$; $p = 0,012$].

Bei der Untersuchung der Latenz zeigten sich ebenfalls Haupteffekte für die Faktoren Sagittal [$F(2, 84) = 20,86$; $p < 0,001$] und Transversal [$F(2, 84) = 4,92$; $p = 0,010$]. Die Einzelvergleiche zeigten, dass die Latenz der N2_(1&2) an anterioren Elektrodenpositionen größer ist als an zentralen [$t(44) = 4,54$; $p < 0,001$] und posterioren Elektrodenpositionen [$t(28) = 4,97$; $p < 0,001$] und zentral größer ist als posterior [zentral – posterior: $t(44) = 2,41$; $p = 0,020$]. Einzelvergleiche zum Haupteffekt Transversal ergaben, dass die Latenz der N2 in der Mitte kleiner ist als auf der linken [$t(44) = 2,14$; $p = 0,038$] und rechten Schädelseite [$t(44) = -3,05$; $p = 0,004$].

P3-1 der Trials 1-30 und 31-60 [P3-1_(1&2)]

Tabelle 10.7 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der des P3-1_(1&2) Amplitude und Tabelle 10.8 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 10.7: Mittlere Amplituden der P3-1_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μV]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	1,65	3,44	1,86	2,32
	(<i>SD</i>)	(1,49)	(1,79)	(1,56)	(1,5)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	2,61	4,84	2,56	3,34
	(<i>SD</i>)	(1,69)	(2,87)	(1,84)	(2,05)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	3,73	4,62	3,87	4,07
	(<i>SD</i>)	(2,39)	(2,86)	(2,39)	(2,45)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	2,66	4,29	2,76	3,24
	(<i>SD</i>)	(1,58)	(2,32)	(1,64)	(1,79)

Tabelle 10.8: Mittlere Latenzen der P3-1_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	546,83	545,39	543,17	545,13
	(<i>SD</i>)	(38,27)	(40,38)	(42,14)	(37,58)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	559,11	551,33	559,06	556,5
	(<i>SD</i>)	(32,52)	(36,13)	(36,33)	(33,06)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	552,11	549,94	557,44	553,16
	(<i>SD</i>)	(43,07)	(41,18)	(40,12)	(40,33)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	552,69	548,89	553,22	551,60
	(<i>SD</i>)	(32,21)	(35,93)	(34,23)	(33,14)

Für die P3-1_(1&2) Amplitude konnten signifikante Haupteffekte der Faktoren Sagittal [$F(2, 84) = 24,5; p < 0,001$] und Transversal [$F(2, 84) = 79,54; p < 0,001$] sowie ein Interaktionseffekt der beiden Positionsfaktoren [Sagittal \times Transversal: $F(4, 168) = 17,35; p < 0,001$] ermittelt werden. Die Einzelvergleiche zeigen, dass der P3-1_(1&2) von anterior nach posterior hin größer wird [anterior – zentral: $t(44) = -4,86; p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = -5,37; p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = -3,92; p < 0,001$]. Außerdem zeigte sich, dass die P3-1_(1&2) Amplitude in der Mitte größer ist als auf der linken [$t(44) = -10,23; p < 0,001$] und rechten Seite [$t(44) = 9,91; p < 0,001$]. Die Analyse des Interaktionseffektes der Positionsfaktoren zeigte, dass innerhalb der anterioren [Transversal in anterior: $F(2, 84) = 74,0; p < 0,001$], zentralen [Transversal in zentral: $F(2, 84) = 26,41; p < 0,001$] und posterioren Elektrodenpositionen [Transversal in posterior: $F(2, 84) = 12,55; p < 0,001$] die Amplitude der P3-1_(1&2) konsistent in der Mitte größer ist als auf der linken und rechten Schädelseite [al – am: $t(44) = -10,38; p < 0,001$; am – ar: $t(44) = 9,6; p < 0,001$; cl – cm: $t(44) = -9,31; p < 0,001$; cm – cr: $t(44) = 10,54; p < 0,001$; pl – pm: $t(44) = -5,37; p < 0,001$; pm – pr: $t(44) = 3,44; p = 0,001$].

Bei der statistischen Analyse der Latenzen des P3-1_(1&2) zeigten sich tendenziell die beiden Haupteffekte Sagittal [$F(2, 84) = 3,53; p = 0,055$] und Transversal [$F(2, 84) = 2,45; p = 0,092$]. Bei der näheren Untersuchung des Haupteffektes Sagittal wurde deutlich, dass die P3-1_(1&2) Latenz an anterioren Elektrodenpositionen kleiner ist als an zentralen [$t(44) = -2,63; p = 0,012$]. Außerdem sind die Latenzen in der Mitte tendenziell kleiner als auf der linken [$t(44) = 1,84; p = 0,072$] und signifikant kleiner als auf der rechten Seite [$t(44) = -2,33; p = 0,024$]. Diese Tendenzen zeigten sich erneut als Interaktionseffekt der Positionsfaktoren [Sagittal \times Transversal: $F(4, 168) = 2,71; p = 0,032$]. Innerhalb zentraler [$F(2, 84) = 4,31; p = 0,025$] und posteriorer Elektrodenpositionen [$F(2, 84) = 4,63; p = 0,019$] waren die Latenzen jeweils in mittleren Elektrodenpositionen kleiner als auf der rechten und linken Seite [cl – cm: $t(44) = 2,93; p = 0,005$; cm – cr: $t(44) = -3,25; p = 0,002$; pl – pr: $t(44) = -1,92; p = 0,061$, pm – pr: $t(44) = -2,59; p = 0,013$]

P3-2 der Trials 1-30 und 31-60 [P3-2_(1&2)]

Tabelle 10.9 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der des P3-2_(1&2) Amplitude und Tabelle 10.10 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 10.9: Mittlere Amplituden de P3-2_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μ V]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	1,42	3,21	1,32	1,98
	(<i>SD</i>)	(1,81)	(2,15)	(2,16)	(1,91)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	2,54	4,93	2,26	3,25
	(<i>SD</i>)	(1,68)	(2,90)	(2,12)	(2,11)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	4,49	5,39	4,15	4,68
	(<i>SD</i>)	(2,72)	(2,99)	(2,91)	(2,77)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	2,82	4,51	2,58	3,30
	(<i>SD</i>)	(1,68)	(2,42)	(2,0)	(1,94)

Tabelle 10.10 Mittlere Latenzen der P3-2_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latzenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	733,89	739,0	741,17	748,54
	(<i>SD</i>)	(43,95)	(47,78)	(48,48)	(38,05)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	754,0	748,28	753,72	747,17
	(<i>SD</i>)	(43,63)	(40,32)	(44,71)	(39,53)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	757,72	754,22	758,33	751,07
	(<i>SD</i>)	(40,70)	(39,81)	(40,34)	(39,92)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	738,02	752,0	756,76	748,93
	(<i>SD</i>)	(42,99)	(41,01)	(39,34)	(38,14)

Für die Amplitude der P3-2_(1&2) konnten signifikante Haupteffekte der Faktoren Sagittal [$F(2,84) = 35,89; p < 0,001$] und Transversal [$F(2,84) = 77,3; p < 0,001$] sowie ein Interaktionseffekt der beiden Positionsfaktoren [Sagittal \times Transversal: $F(4,168) = 16,34; p < 0,001$] gezeigt werden. Die Einzelvergleiche zeigen, dass die P3-2_(1&2) von anterior nach posterior hin größer wird [anterior – zentral: $t(44) = -5,75; p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = -6,39; p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = -5,39; p < 0,001$]. Außerdem zeigte sich, dass die P3-2_(1&2) Amplitude in der Mitte größer ist als auf der linken [$t(44) = -9,78; p < 0,001$] und rechten Seite [$t(44) = 11,95; p < 0,001$]. Die Analyse des Interaktionseffektes der Positionsfaktoren zeigte, dass innerhalb der anterioren [Transversal in anterior: $F(2, 84) = 63,11; p < 0,001$], zentralen [Transversal in zentral: $F(2, 84) = 79,65; p < 0,001$] und posterioren Elektrodenpositionen [Transversal in posterior: $F(2, 84) = 20,16; p < 0,001$] die Amplitude der P3-2_(1&2) konsistent in der Mitte größer ist als auf der linken und rechten Schädelseite [al – am: $t(44) = -9,44; p < 0,001$; am – ar: $t(44) = 9,97; p < 0,001$; cl – cm: $t(44) = 9,16; p < 0,001$; cm – cr: $t(44) = 11,72; p < 0,001$; pl – pm: $t(44) = -4,45; p < 0,001$; pm – pr: $t(44) =$

6,09 ; $p < 0,001$]. Außerdem ist innerhalb posteriorer Elektrodenpositionen die Amplitude auf der linken Seite tendenziell größer als die der rechten Seite [pl – pr: $t(44) = 1,72$; $p = 0,093$].

Bei der statistischen Analyse der Latenz des P3-2_(1&2) zeigte sich ein Haupteffekt für den Faktor Sagittal [$F(2, 84) = 11,60$; $p < 0,001$]. Die Einzelvergleiche zeigen, dass die Latenzen des P3-2_(1&2) von anterior über zentral nach posterior hin größer werden [anterior – zentral: $t(44) = -3,39$; $p = 0,002$; anterior – posterior: $t(44) = -3,78$; $p < 0,001$, zentral – posterior: $t(44) = -1,96$; $p = 0,057$].

PSW der Trials 1-30 und 31-60 [pSW_(1&2)]

Tabelle 10.11 gibt einen deskriptiven Überblick über die Verteilung der Amplitude der pSW_(1&2) und Tabelle 10.12 zeigt die zugehörigen Latenzen.

Tabelle 10.11: Mittlere Amplituden der pSW_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Amplituden [μ V]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	1,42	2,8	1,22	1,81
	(<i>SD</i>)	(2,23)	(2,27)	(2,41)	(2,2)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	2,84	4,68	2,35	3,29
	(<i>SD</i>)	(1,59)	(2,63)	(1,84)	(1,85)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	4,21	5,11	3,68	4,33
	(<i>SD</i>)	(2,12)	(2,38)	(2,06)	(2,05)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	2,82	4,29	2,42	3,15
	(<i>SD</i>)	(1,68)	(2,15)	(1,79)	(1,78)

Tabelle 10.12: Mittlere Latenzen der pSW_(1&2) in Abhängigkeit von den Faktoren Transversal und Sagittal

Latzenzen [ms]		<i>Links</i>	<i>Mitte</i>	<i>Rechts</i>	<i>Sagittal</i>
<i>Anterior</i>	<i>M</i>	1055,17	1053,94	1059,0	1056,04
	(<i>SD</i>)	(88,89)	(90,22)	(86,09)	(86,87)
<i>Zentral</i>	<i>M</i>	1070,78	1069,83	1067,72	1069,44
	(<i>SD</i>)	(91,16)	(98,80)	(86,48)	(89,29)
<i>Posterior</i>	<i>M</i>	1067,61	1061,22	1065,33	1064,72
	(<i>SD</i>)	(89,27)	(92,16)	(95,57)	(90,67)
<i>Transversal</i>	<i>M</i>	1064,52	1061,67	1064,02	1063,40
	(<i>SD</i>)	(86,0)	(90,95)	(86,78)	(86,90)

Für die Amplitude des PSW_(1&2) konnten signifikante Haupteffekte der Faktoren Sagittal [$F(2, 84) = 47,67$; $p < 0,001$] und Transversal [$F(2, 84) = 69,28$; $p < 0,001$] sowie ein Interaktionseffekt der beiden Positionsfaktoren [Sagittal \times Transversal: $F(4, 168) = 6,37$; $p < 0,001$] gezeigt werden. Die Einzelvergleiche zeigen, dass der P3-1_(1&2) von anterior nach

posterior hin größer wird [anterior – zentral: $t(44) = -7,69$; $p < 0,001$; anterior – posterior: $t(44) = -7,35$; $p < 0,001$; zentral – posterior: $t(44) = -5,02$; $p < 0,001$]. Außerdem zeigte sich, dass die $PSW_{(1\&2)}$ Amplitude in der Mitte größer ist als auf der linken [$t(44) = -9,45$; $p < 0,001$] und rechten Seite [$t(44) = 9,96$; $p < 0,001$] sowie auf der linken Seite größer als auf der rechten [$t(44) = 2,65$; $p = 0,011$]. Die Analyse des Interaktionseffektes der Positionsfaktoren zeigte, dass innerhalb der anterioren [Transversal in anterior: $F(2, 84) = 46,05$; $p < 0,001$], zentralen [Transversal in zentral: $F(2, 84) = 54,15$; $p < 0,001$] und posterioren Elektrodenpositionen [Transversal in posterior: $F(2, 84) = 26,93$; $p < 0,001$] die Amplitude der $pSW_{(1\&2)}$ konsistent in der Mitte größer ist als auf der linken und rechten Schädelseite [al – am: $t(44) = -8,0$; $p < 0,001$; am – ar: $t(44) = 8,24$; $p < 0,001$; cl – cm: $t(44) = -7,37$; $p < 0,001$; cm – cr: $t(44) = 8,56$; $p < 0,001$; pl – pm: $t(44) = -4,86$; $p < 0,001$; pm – pr: $t(44) = 7,18$; $p < 0,001$]. Außerdem ist innerhalb zentraler und posteriorer Elektrodenpositionen die Amplitude auf der linken Seite größer als die der rechten Seite [cl – cr: $t(44) = 2,80$; $p = 0,008$; pl – pr: $t(44) = 2,49$; $p = 0,017$].

Bei der statistischen Analyse der Latenz des $pSW_{(1\&2)}$ zeigte sich ein Haupteffekt für den Faktor Sagittal [$F(2, 84) = 3,75$; $p = 0,036$]. Die Einzelvergleiche zeigen, dass die Latenzen der $pSW_{(1\&2)}$ anterior kleiner sind als zentral [$t(44) = -2,48$; $p = 0,017$].

Anhang C: Versuchsunterlagen

- Allgemeine Informationen für Versuchsteilnehmer: Positiver Bias
- Allgemeine Informationen für Versuchsteilnehmer: Neutraler Bias
- Allgemeine Informationen für Versuchsteilnehmer: Negativer Bias
- Versuchsprotokoll
- Self-Assessment-Manikin (SAM): Erklärung
- Self-Assessment-Manikin (SAM): Fragebogen
- Beschwerdenliste (BL)
- Körperliche Symptomliste (k-SL)
- Einverständniserklärung
- Formular zur Durchführung des Schwellentests
- Depressivitätsskala (D-S)
- Fragebogen zur Erfassung dispositionaler Selbstaufmerksamkeit (SAM-F)
- Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I)
- Fragebogen zur chemischen und allgemeinen Umweltsensitivität (CAUS)
- Händigkeitfragebogen (HF)
- Geruchsfragebogen (GF)
- Deskriptorenliste

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Psychologie



A. D. 1665

Dipl.-Psych. J. Laudien

Telefon 0431/880-2774
Telefax 0431/880-1559
jlaudien@psychologie.uni-kiel.de

Psychophysiologische Geruchsforschung

Institut für Psychologie • Universität Kiel • D-24098 Kiel

Allgemeine Informationen für Versuchsteilnehmer

In dieser Studie soll die Wahrnehmung und Wirkung eines natürlichen Extraktes des Balsambaumes (*Populus balsamifera*) untersucht werden. Es konnte gezeigt werden (vgl. Levingston, 1996; Reichel et al., 2000; Izmüller & Grashöf 2003b), dass das Öl dieser Heilpflanze positive Auswirkungen auf die körperliche und psychische Gesundheit hat. Durch kontrollierte und präzise Reizvorgabe sollen die vorliegenden Befunde mit dieser Studie verifiziert und im Hinblick auf Wahrnehmungsqualitäten ergänzt werden. Die Untersuchung von geruchsevozierten Potentialen soll darüber hinaus Aussagen über die zentralnervöse Verarbeitung ermöglichen. Zu diesem Zweck soll das Elektroenzephalogramm (EEG) der teilnehmenden Versuchspersonen aufgezeichnet werden. In seltenen Fällen kann es bei längerem Tragen der Elektrodenkappe zu leichten Kopfschmerzen kommen. Die mechanische Reinigung der Kopfhaut an den Elektrodenpositionen kann in Einzelfällen zu leichten Hautreizungen führen.

Während des Versuchsblocks von ca. 20 Minuten Dauer werden die Duftreize wiederholt für kurze Zeitintervalle (300 ms) über ein Olfaktometer präsentiert. Die Intensität des präsentierten Duftes wird hierbei entweder konstant gehalten oder im Versuchsverlauf experimentell variiert. Aufgabe der Teilnehmer ist die wiederholte Einschätzung der Intensität des Duftreizes. Darüber hinaus soll nach jedem Duftimpuls die eigene Befindlichkeit beurteilt werden. Vor und nach dem Versuch werden die körperliche und psychische Befindlichkeit mittels standardisierter Fragebögen und Interviewverfahren erhoben. Zu Beginn und am Ende der EEG Aufzeichnung wird die geruchliche Sensitivität der Teilnehmer durch einen sog. Schwellentest bestimmt.

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Psychologie



A. D. 1665

Dipl.-Psych. J. Laudien

Telefon 0431/880-2774

Telefax 0431/880-1559

jlaudien@psychologie.uni-kiel.de

Psychophysiologische Geruchsforschung

Institut für Psychologie • Universität Kiel • D-24098 Kiel

Allgemeine Informationen für Versuchsteilnehmer

In dieser Studie soll die Wahrnehmung und zentralnervöse Verarbeitung eines in der Geruchsforschung allgemein empfohlenen und standardmäßig verwendeten Duftes (*Isobornylacetat*) untersucht werden. Zu diesem Zweck soll das Elektroenzephalogramm (EEG) der teilnehmenden Versuchspersonen aufgezeichnet werden. In seltenen Fällen kann es bei längerem Tragen der Elektrodenkappe zu leichten Kopfschmerzen kommen. Die mechanische Reinigung der Kopfhaut an den Elektrodenpositionen kann in Einzelfällen zu leichten Hautreizungen führen.

Während des Versuchsblocks von ca. 20 Minuten Dauer werden die Duftreize wiederholt für kurze Zeitintervalle (300 ms) über ein Olfaktometer präsentiert. Die Intensität des präsentierten Duftes wird hierbei entweder konstant gehalten oder im Versuchsverlauf experimentell variiert. Aufgabe der Teilnehmer ist die wiederholte Einschätzung der Intensität des Duftreizes. Darüber hinaus soll nach jedem Duftimpuls die eigene Befindlichkeit beurteilt werden. Vor und nach dem Versuch werden die körperliche und psychische Befindlichkeit mittels standardisierter Fragebögen und Interviewverfahren erhoben. Zu Beginn und am Ende der EEG Aufzeichnung wird die geruchliche Sensitivität der Teilnehmer durch einen sog. Schwellentest bestimmt.

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Institut für Psychologie

Psychophysiologische Geruchsforschung



A. D. 1665

Dipl.-Psych. J. Laudien

Telefon 0431/880-2774

Telefax 0431/880-1559

jlaudien@psychologie.uni-kiel.de

Institut für Psychologie • Universität Kiel • D-24098 Kiel

Allgemeine Informationen für Versuchsteilnehmer

In dieser Studie soll die Wahrnehmung und Wirkung eines in der Industrie eingesetzten Lösungsmittels ($C_{12}H_{20}O_2$) untersucht werden. Es konnte gezeigt werden (vgl. Levingston, 1996; Reichel et al., 2000; Izmüller & Grashöf 2003b), dass die Dämpfe dieser chemischen Verbindung bei Dauer-Exposition negative Auswirkungen auf die körperliche und psychische Gesundheit und Befindlichkeit haben. Durch kontrollierte und präzise Reizvorgabe sollen die vorliegenden Befunde mit dieser Studie verifiziert und im Hinblick auf Wahrnehmungsqualitäten ergänzt werden. Die Untersuchung von geruchsevozierten Potentialen soll darüber hinaus Aussagen über die zentralnervöse Verarbeitung ermöglichen. Zu diesem Zweck soll das Elektroenzephalogramm (EEG) der teilnehmenden Versuchspersonen aufgezeichnet werden. In seltenen Fällen kann es bei längerem Tragen der Elektrodenkappe zu leichten Kopfschmerzen kommen. Die mechanische Reinigung der Kopfhaut an den Elektrodenpositionen kann in Einzelfällen zu leichten Hautreizungen führen.

Während des Versuchsblocks von ca. 20 Minuten Dauer werden die Duftreize wiederholt für kurze Zeitintervalle (300 ms) über ein Olfaktometer präsentiert. Die Intensität des präsentierten Duftes wird hierbei entweder konstant gehalten oder im Versuchsverlauf experimentell variiert. Aufgabe der Teilnehmer ist die wiederholte Einschätzung der Intensität des Duftreizes. Darüber hinaus soll nach jedem Duftimpuls die eigene Befindlichkeit beurteilt werden. Vor und nach dem Versuch werden die körperliche und psychische Befindlichkeit mittels standardisierter Fragebögen und Interviewverfahren erhoben. Zu Beginn und am Ende der EEG Aufzeichnung wird die geruchliche Sensitivität der Teilnehmer durch einen sog. Schwellentest bestimmt.

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Institut für Psychologie



Dipl.-Psych. J.
Laudien

Psychophysiologie / Geruchsforschung

A. D. 1665

Telefon 0431/880-2774
Telefax 0431/880-1559
jlaudien@psychologie.uni-kiel.de

Institut für Psychologie • Universität Kiel • D-24098 Kiel

Versuchsprotokoll

Vp.-Nummer: _____

Datum: _____

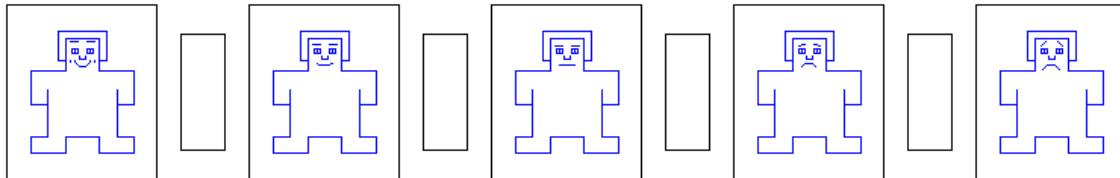
Zeit	Ablauf	Bemerkung
_____	Begrüßung SAM, BL & BL' & körperliche Symptomliste Versuchsinformation mündlich und schriftlich Einverständniserklärung	_____
_____	Schwellentest I D-S & SAM-F (Toilettengang?)	_____
_____	EEG-Set-up, Atemgürtel E-P-I, CAUS Händigkeits-Fragebogen, Geruchsfragebogen	Widerstände ≤ _____ _____
_____	Duftrating Olfaktometer (Hedonikliste, Dufteinschätzung)	_____
_____	Computergestütztes Rating erklären Probedurchgang	_____
_____	Versuchsblock Anfang	_____
_____	Versuchsblock Ende SAM, BL & BL' & körperliche Symptomliste	_____
_____	Schwellentest II	_____
_____	Kappe entfernen	_____
_____	Interview und Fragen zum Erleben des Versuchs	_____
_____		_____
_____		_____
_____		_____

_____ Dank & Verabschiedung

Erklärungen zum SAM-Fragebogen

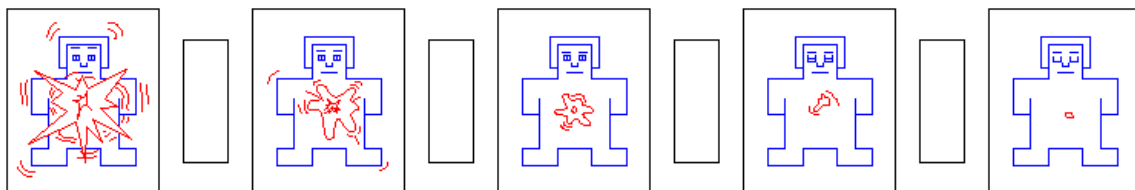
Im Folgenden sehen Sie 3 Sätze von je 5 Figuren. Wir nennen diese Figur **SAM**. Sie können diese Figuren verwenden um darzustellen, wie Sie sich im Augenblick fühlen. SAM zeigt drei verschiedene Arten von Gefühlen: **glücklich vs. unglücklich**, **erregt vs. ruhig** und **fremdbestimmt/unterlegen vs. selbstbestimmt/dominant**. Jede SAM-Figur variiert entlang jeder Skala.

In diesem Fragebogen ist die **glücklich vs. unglücklich Skala** die erste SAM-Skala, die sich von einem lächelnden Gesicht bis zu einem Ausdruck des Missfallens erstreckt.



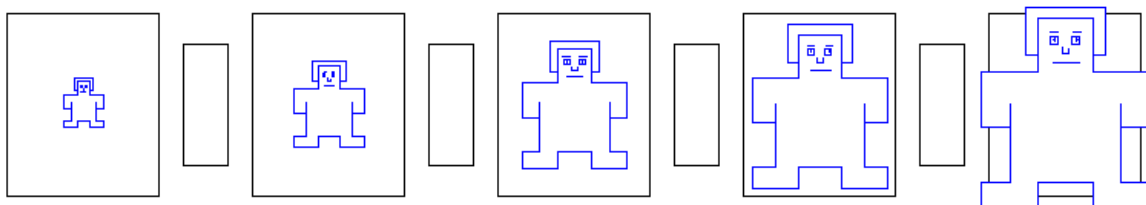
Am linken Extrem der **glücklich vs. unglücklich Skala** fühlen Sie sich **völlig glücklich, erfreut, zufrieden, optimistisch**. Wenn Sie sich vollkommen glücklich fühlen, können Sie dies anzeigen, indem Sie ein „X“ auf die Figur ganz links setzen. Am rechten Ende der Skala fühlen Sie sich **völlig unglücklich, genervt, unzufrieden, traurig, verzweifelt**. Wenn Sie sich vollkommen unglücklich fühlen, können Sie dies anzeigen, indem Sie ein „X“ auf die Figur ganz rechts setzen. Die Figuren erlauben Ihnen auch dazwischenliegende Gefühlszustände darzustellen, indem Sie ein „X“ auf eines der anderen Bilder setzen. Wenn Sie sich vollkommen neutral, also weder glücklich noch traurig fühlen, setzen Sie ein „X“ über die Figur in der Mitte. Falls Ihrer Beurteilung nach ihr Gefühlszustand *zwischen* zwei der Bilder fällt, dann setzen Sie ein „X“ zwischen die Figuren.

Die zweite SAM-Skala ist die **erregt vs. ruhig Skala**.



Am linken Extrem dieser Skala fühlen Sie sich **völlig angeregt, rasend, nervös, hellwach, erregt**. Wenn Sie sich vollkommen erregt fühlen, können Sie dies anzeigen, indem Sie ein „X“ auf die Figur ganz links setzen. Am rechten Ende der Skala fühlen Sie sich **völlig entspannt, ruhig, schwerfällig, träge, schläfrig, unerregt**. Wenn Sie sich vollkommen ruhig fühlen, können Sie dies anzeigen, indem Sie ein „X“ auf die Figur ganz rechts setzen. Wie bei der glücklich vs. unglücklich Skala erlauben die Figuren Ihnen wieder auch dazwischenliegende Gefühlszustände darzustellen, indem Sie ein „X“ auf eines der anderen Kästchen setzen. Wenn Sie sich vollkommen neutral, also nicht in irgendeiner Weise erregt oder ruhig fühlen, setzen Sie ein „X“ auf die Figur in der Mitte.

Die letzte Skala in diesem Fragebogen ist die **fremdbestimmt/unterlegen vs. selbstbestimmt/dominant Skala**.



Am linken Extrem dieser Skala fühlen Sie sich **völlig fremdbestimmt, beeinflusst, umsorgt, eingeschüchtert, geführt, unterlegen**. Wenn Sie sich vollkommen fremdbestimmt/unterlegen fühlen, können Sie dies anzeigen, indem Sie ein „X“ auf die Figur ganz links setzen. Am rechten Ende der Skala fühlen Sie sich **völlig einflussreich, alles unter Kontrolle habend, selbstbestimmt, bedeutsam, dominant, autonom**. Wenn Sie sich vollkommen selbstbestimmt/dominant fühlen, können Sie dies anzeigen, indem Sie ein „X“ auf die Figur ganz rechts setzen. Auch bei dieser Skala lassen sich durch die Figuren dazwischen liegende Gefühlszustände darstellen

VP-Nummer: _____ Datum: _____ FB-Nr. 1

SAM-Fragebogen

Bitte kreuzen Sie in jeder Reihe die Figur an, die am besten darstellt, wie Sie sich augenblicklich fühlen.

<p>völlig unglücklich genervt unzufrieden traurig verzweifelt</p>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<p>völlig glücklich erfreut zufrieden optimistisch</p>
<p>völlig entspannt ruhig schwerfällig träge schläfrig unerregt</p>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<p>völlig angeregt rasend nervös hellwach erregt</p>
<p>völlig einflussreich alles unter Kontroll selbstbestimmt bedeutsam dominant autonom</p>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<p>völlig fremdbestimmt beeinflusst umsorgt eingeschüchtert geführt unterlegen</p>

B-L & B-L' Datum: _____ **Vpn.-Nr.** _____ **FB.-Nr.** _____

(interne Arbeitsversion Laudien, J. (2004) nach von Zerssen, 1976)

Bitte füllen Sie diese Beschwerdenliste sorgfältig aus. Machen Sie ein Kreuz in eine der vier Spalten rechts entsprechend der Stärke ihrer Zustimmung bzw. Ablehnung! Beantworten sie alle Punkte, lassen Sie keinen aus.

	Stark	mäßig	kaum	gar nicht
1. Kopfschmerzen bzw. Druck im Kopf oder Gesichtschmerzen				
2. Müdigkeit				
3. Gleichgewichtsstörungen				
4. Anfallsweise Atemnot				
5. Erstickungsgefühl				
6. Neigung zum Weinen				
7. Appetitlosigkeit				
8. Schluckauf				
9. Herzklopfen, Herzjagen oder Herzstolpern				
10. Rasche Erschöpfbarkeit				
11. Angstgefühl				
12. Leibschmerzen (einschl. Magen oder Unterleibsschmerzen)				
13. Verstopfung				
14. Energielosigkeit				
15. Gelenk- oder Gliederschmerzen				
16. Konzentrationsschwäche				
17. Kalte Füße				
18. Mangel an geschlechtlicher Erregbarkeit				
19. Leichtes Erröten				
20. Frieren				
21. Aufsteigende Hitze, Hitzewallungen				
22. Trübe Gedanken				
23. Innere Gespanntheit				
24. Taubheitsgefühl („Einschlafen“, „Absterben“, Brennen oder Kribbeln) in Händen und/oder Füßen				
25. Kloßgefühl, Engigkeit oder Würgen im Hals				
26. Kurzatmigkeit				
27. Schwächegefühl				
28. Schluckbeschwerden				
29. Stiche, Schmerzen oder Ziehen in der Brust				
30. Druck oder Völlegefühl im Leib				
31. Mattigkeit				
32. Übelkeit				
33. Sodbrennen oder saures Aufstoßen				
34. Reizbarkeit				
35. Grübelei				
36. Starkes Schwitzen				
37. Kreuz- oder Rückenschmerzen				
38. Innere Unruhe				
39. Schweregefühl bzw. Müdigkeit in den Beinen				
40. Unruhe in den Beinen				
41. Überempfindlichkeit gegen Wärme				
42. Überempfindlichkeit gegen Kälte				
43. Übermäßiges Schlafbedürfnis				
44. Schlaflosigkeit				
45. Schwindelgefühl				
46. Zittern				
47. Nacken- oder Schulterschmerzen				
48. Gewichtsabnahme				

Symptomliste Datum: _____ Vpn.-Nr. _____ FB.-Nr. _____

Im Folgenden finden Sie eine Liste verschiedener Symptome. Bitte geben Sie zu den verschiedenen Empfindungen an, in welchem Ausmaß sie **augenblicklich** für Sie zutreffen.

	gar nicht	sehr schwach	schwach	etwas	ziemlich	stark	sehr stark
Reizung des Rachens							
Gute Durchblutung (Haut / Körperteile)							
Husten							
Körperliches Wohlbefinden							
Unklarer Blick							
Ruhige und gleichmäßige Atmung							
Ermüdung der Augen							
Druck auf der Brust							
Eigenartiges Gefühl im Magen							
Trägheit							
Konzentrationsfähigkeit							
Schwindel							
Schläfrigkeit							
Schlechte Durchblutung einzelner Körperteile							
Entspannte, gelöste Muskulatur							
Ruhiger, gleichmäßiger Puls							
Schwierigkeiten beim Atmen							
Übelkeit							
Benommenheit							
Schlechter, unangenehmer, übler Geschmack im Mund							
Reizung der Nase (juckende, trockene, laufende oder brennende Nase)							
Reizungen der Augen (brennende, juckende, trockene oder tränende Augen)							

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Institut für Psychologie



Dipl.-Psych. J.
Laudien

Psychophysiologische Geruchsforschung

A. D. 1665

Telefon 0431/880-2774
Telefax 0431/880-1559
jlaudien@psychologie.uni-kiel.de

Institut für Psychologie • Universität Kiel • D-24098 Kiel

Einverständniserklärung

Ich nehme freiwillig an einer EEG-Studie zur Untersuchung der psychologischen und physiologischen Korrelate von Geruchsreizen teil. Die schriftlichen allgemeinen Informationen für Versuchsteilnehmer habe ich erhalten und gelesen. Meine Fragen wurden ausreichend beantwortet.

Ich bin damit einverstanden, dass im Rahmen der Studie meine Daten aufgezeichnet und anonymisiert (d.h. ohne Namensnennung) zur Auswertung der Ergebnisse verwendet werden. Ich bin darüber informiert worden, dass alle hier erhobenen Daten strikt vertraulich gemäß dem Datenschutz behandelt werden und ich jederzeit ohne Angabe von Gründen vom Versuch zurücktreten kann, ohne dass sich für mich daraus negative Folgen ergeben. Einer wissenschaftlichen Auswertung der anonymisierten Daten und einer möglichen Veröffentlichung der Ergebnisse stimme ich zu.

Ich versichere hiermit, dass ich nie Operationen oder Verletzungen an Kopf und Schädel (wie z.B. ein Schädel-Hirn-Trauma) oder im Nasen-Rachenraum (wie z.B. einen Nasenbeinbruch) erlitten habe. Weiterhin bestätige ich, dass ich meines Wissens nicht an einer körperlichen oder psychischen Erkrankung leide.

Name: _____

Anschrift: _____

E-mail: _____

Telefon (freiwillig) _____

Unterschrift: _____

Datum: _____

D-S

Vpn Nr. _____

Testdatum _____

Lesen Sie bitte die folgenden Sätze. Entscheiden Sie bei jeder Feststellung, ob sie für Sie zutrifft oder nicht. Machen Sie ein Kreuz in eine der vier Spalten rechts entsprechend der Stärke Ihrer Zustimmung bzw. Ablehnung. Füllen Sie den Bogen sorgfältig und möglichst schnell selbständig aus. Lassen Sie keinen Satz aus!

	trifft ausgesprochen zu	trifft überwiegend zu	trifft etwas zu	trifft gar nicht zu
1. Ich habe Freude an den verschiedensten Spielen und Freizeitbeschäftigungen				
2. Kritik verletzt mich stärker als früher				
3. In letzter Zeit bin ich sehr ängstlich und schreckhaft				
4. Ich weine leicht				
5. Ich habe Angst, den Verstand zu verlieren				
6. Ich fühle mich niedergeschlagen und schwermütig				
7. Ich kann das, was ich lese, nicht mehr so gut verstehen wie früher				
8. Am liebsten würde ich mir das Leben nehmen				
9. Morgens fühle ich mich besonders schlecht				
10. Ich habe zu anderen Menschen keine innere Beziehung mehr				
11. Ich fühle, daß ich nahe daran bin zusammenzubrechen				
12. Ich habe ständig Angst, daß ich etwas Falsches sagen oder tun könnte				
13. Ich bin jetzt viel weniger am Liebesleben interessiert				
14. Oft fühle ich mich einfach miserabel				
15. Ich komme beim besten Willen nicht mit den kleinsten Gedankenschritten voran				
16. Ich habe keine Gefühle mehr				

SAM-FRAGEBOGEN

Auf der folgenden Seite finden Sie Gedanken niedergeschrieben, die auftreten können, wenn man sich mit sich selbst beschäftigt. Bitte geben Sie an, wie häufig diese Gedanken bei Ihnen persönlich auftreten („sehr oft“, „oft“, „ab und zu“, „selten“, „sehr selten“) und machen Sie jeweils ein Kreuz in das entsprechende Kästchen.

Beispiel:

Ich bin mit mir zufrieden.

✗	4	3	2	1
sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten

In diesem Falle würde dieser Gedanke „sehr oft“ bei Ihnen auftreten.

5	4	3	✗	1
sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten

In diesem Falle würde dieser Gedanke „selten“ bei Ihnen auftreten.

Entscheiden Sie möglichst schnell und ohne langes Nachdenken und lassen Sie bitte nichts aus.

Code: _____ Alter: _____ Geschlecht: weiblich
 männlich

	Rohwert	T-Wert	Prozentrang	Stanine
SAM-P				
SAM-Ö				

1. Es ist mir wichtig, meine eigenen Bedürfnisse zu erkennen	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
2. Ich achte darauf, wie ich aussehe	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
3. Ich erforsche gründlich meine Absichten	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
4. Ich betrachte mich gern im Spiegel	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
5. Ich mache mir Gedanken darüber, wie ich auf andere Menschen wirke	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
6. Ich versuche, über mich selbst etwas herauszufinden	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
7. Ich denke über mich nach	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
8. Ich mache mir Gedanken über die Art, wie ich die Dinge anpacke ...	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
9. Ich spüre es, wenn sich meine Stimmung verändert	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
10. Ich beobachte sorgfältig meine innersten Gefühle	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
11. Ich denke im nachhinein darüber nach, welchen Eindruck ich auf andere gemacht habe	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
12. Ich merke, wie ich mich selbst beobachte	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
13. Ich glaube, ich kenne mich selbst sehr genau	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
14. Ich achte darauf, daß ich in einem guten Licht erscheine	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
15. Bevor ich aus dem Haus gehe, werfe ich einen letzten Blick in den Spiegel	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
16. Ich spüre richtig, wie mein Kopf arbeitet, wenn ich ein Problem löse .	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
17. Es ist mir unangenehm, wenn andere mich beobachten	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
18. Ich achte auf mein Aussehen	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
19. Ich mache mir Gedanken darüber, wie ich mich in Gegenwart anderer geben soll	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
20. Ich achte auf meine eigenen Bewegungen und meine Körperhaltung	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
21. Ich ertappe mich dabei, wie meine Gedanken um mich selbst kreisen	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
22. Ich überlege, was meine Freunde und Bekannten von mir denken ...	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
23. Ich bin mir über meine eigenen Pläne und Ziele sehr gut im klaren ...	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
24. Ich spüre es, wenn mich jemand beobachtet	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
25. Ich denke über mich und mein Leben intensiver nach als andere Menschen	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
26. Ich denke darüber nach, welchen Gesichtsausdruck ich gerade habe	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten
27. Es ist mir wichtig, wie andere über mich denken	5	4	3	2	1
	sehr oft	oft	ab und zu	selten	sehr selten

Eysenck-Persönlichkeitsfragebogen E-P-I

Deutsche Bearbeitung Prof. Dr. Dietrich Eggert

Form A

EPI-A

- 39. Unternehmen Sie gern etwas, bei dem Sie schnell handeln müssen? Ja Nein
- 40. Sorgen Sie sich um schreckliche Dinge, die vielleicht geschehen könnten? Ja Nein
- 41. Sind Ihre Bewegungen langsam und bedächtig? Ja Nein
- 42. Sind Sie jemals zu spät zu einer Verabredung oder Arbeit erschienen? Ja Nein
- 43. Haben Sie häufig Alpträume? Ja Nein
- 44. Sprechen Sie so gern mit anderen Menschen, daß Sie keine Gelegenheit auslassen, sich mit einem Fremden zu unterhalten? Ja Nein
- 45. Werden Sie von Leiden und Schmerzen geplagt? Ja Nein
- 46. Wären Sie sehr unglücklich, wenn Sie nicht meistens mit vielen anderen zusammensein könnten? Ja Nein
- 47. Halten Sie sich für einen „nervösen“ Menschen? Ja Nein
- 48. Gib es unter all den Leuten, die Sie kennen, einige, die Sie ganz und gar nicht ausstehen können? Ja Nein
- 49. Könnten Sie von sich behaupten, einigermaßen selbstbewußt zu sein? Ja Nein
- 50. Sind Sie leicht gekränkt, wenn andere an Ihnen oder Ihrer Arbeit etwas bemängeln? Ja Nein
- 51. Fällt es Ihnen schwer, auf einer lebhaften Gesellschaft wirklich aus sich heraus zu gehen? Ja Nein
- 52. Haben Sie Minderwertigkeitsgefühle? Ja Nein
- 53. Gelingt es Ihnen leicht, eine langweilige Party in Schwung zu bringen? Ja Nein
- 54. Reden Sie manchmal Dinge, von denen Sie nichts verstehen? Ja Nein
- 55. Machen Sie sich Sorgen um Ihre Gesundheit? Ja Nein
- 56. Spielen Sie anderen gern kleine Streiche? Ja Nein
- 57. Leiden Sie an Schlaflosigkeit? Ja Nein

Bitte überprüfen Sie noch einmal genau, ob Sie auch keine Frage ausgelassen haben!

A-4

Vpn Nr. _____

Geburtsdatum _____

Geschlecht _____

Beruf _____

Alter _____

Testdatum _____

Anweisung

Im folgenden finden Sie einige Fragen, die Ihr Verhalten, Fühlen und Handeln betreffen. Hinter jeder Frage stehen die Antworten „Ja“ und „Nein“.

Versuchen Sie sich zu entscheiden, ob das „Ja“ oder das „Nein“ Ihre übliche Art des Handelns oder Fühlens am besten beschreibt. Durchkreuzen Sie dann bitte das „Ja“ oder „Nein“. Antworten Sie schnell und verwenden Sie nicht zu viel Zeit für einzelne Fragen. Wir möchten Ihre erste Reaktion erfassen und nicht das Ergebnis langer Überlegungen. Für den ganzen Fragebogen sollten Sie nicht mehr als ein paar Minuten brauchen. Vergewissern Sie sich bitte, daß Sie keine Frage ausgelassen haben!

Bitte blättern Sie jetzt diese Seite um und fangen Sie an. Arbeiten Sie schnell und vergessen Sie nicht, auf jede Frage eine Antwort zu geben. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten. Dies ist kein Intelligenz- oder Fähigkeitstest; es sollen nur Ihre üblichen Verhaltensweisen erkennbar werden.

N =	E =	L =
		Nicht ausfüllen!

Copyright by Verlag für Psychologie · Dr. C. J. Hogrefe · Göttingen
 Urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigungen jeglicher Art, auch einzelner Teile oder Items, sowie die Speicherung auf Datenträgern oder die Wiedergabe durch optische oder akustische Medien, verboten.

A-1

EPI-A

1. Haben Sie oft Lust, etwas Aufregendes zu erleben? Ja Nein
2. Brauchen Sie oft verständnisvolle Freunde zur Aufmunterung? Ja Nein
3. Sind Sie im allgemeinen ohne Sorgen? Ja Nein
4. Fällt es Ihnen sehr schwer, ein „Nein“ als Antwort hinzunehmen? Ja Nein
5. Nehmen Sie sich Zeit, um erst einmal über die Lage nachzudenken, bevor Sie etwas tun? Ja Nein
6. Halten Sie stets ein Versprechen, gleichgültig wie schwierig es auch sein könnte, das zu tun, was Sie gesagt haben? Ja Nein
7. Wechselt Ihre Stimmung häufig? Ja Nein
8. Handeln und reden Sie gewöhnlich schnell, ohne zwischen- durch lange nachzudenken? Ja Nein
9. Fühlen Sie sich manchmal ohne Grund einfach „miserabel“? Ja Nein
10. Lassen Sie sich leicht herausfordern? Ja Nein
11. Werden Sie plötzlich schüchtern, wenn Sie mit einem Fremden sprechen wollen, der für Sie attraktiv ist? Ja Nein
12. Verlieren Sie ab und zu die Geduld und werden wütend? Ja Nein
13. Folgen Sie oft Ihren spontanen Einfällen? Ja Nein
14. Grübeln Sie oft über Dinge nach, die Sie nicht hätten tun oder sagen sollen? Ja Nein
15. Mögen Sie im allgemeinen lieber lesen, als sich mit anderen Menschen zu treffen? Ja Nein
16. Sind Ihre Gefühle verhältnismäßig leicht zu verletzen? Ja Nein
17. Gehen Sie gern viel aus? Ja Nein
18. Haben Sie gelegentlich Gedanken und Vorstellungen, von denen Sie nicht möchten, daß andere sie erfahren? Ja Nein
19. Schäumen Sie manchmal vor Energie über, während sie das andere Mal ausgesprochen träge sind? Ja Nein

A-2

EPI-A

20. Haben Sie lieber wenige, dafür aber besonders gute Freunde? Ja Nein
21. Verlieren Sie sich oft in Tagträumereien? Ja Nein
22. Wenn man Sie anspricht, schreien Sie dann zurück? Ja Nein
23. Werden Sie oft von Schuldgefühlen heimgesucht? Ja Nein
24. Ist Ihr Benehmen i m m e r gut und einwandfrei? Ja Nein
25. Können Sie im allgemeinen in einer fröhlichen Gesellschaft richtig mitmachen und sich gut amüsieren? Ja Nein
26. Würden Sie sich als innerlich gespannt und empfindlich bezeichnen? Ja Nein
27. Halten andere Leute Sie für sehr lebhaft? Ja Nein
28. Wenn Sie etwas Wichtiges getan haben, haben Sie dann oft das Gefühl, daß Sie es eigentlich hätten besser machen können? Ja Nein
29. Halten Sie sich in Gegenwart anderer Menschen meistens zurück? Ja Nein
30. Klatschen Sie manchmal über andere Leute? Ja Nein
31. Gehen Ihnen so viele Gedanken durch den Kopf, daß Sie nicht schlafen können? Ja Nein
32. Wenn Sie über irgendetwas genau Bescheid wissen möchten, sehen Sie dann lieber in einem Buch nach als andere zu fragen? Ja Nein
33. Bekommen Sie Herzklopfen oder Herzjagen? Ja Nein
34. Haben Sie Arbeiten gern, die konzentrierte Aufmerksamkeit erfordern? Ja Nein
35. Haben Sie Schüttelanfälle bzw. fangen Sie plötzlich zu zittern an? Ja Nein
36. Würden Sie dem Zöll stets alles angeben, auch wenn Sie ganz sicher wären, daß Sie nicht kontrolliert würden? Ja Nein
37. Sind Sie ungern unter Leuten, die sich gegenseitig durch den Kakao ziehen? Ja Nein
38. Geraten Sie leicht aus der Fassung? Ja Nein

A-3

Fragebogen zur chemischen und allgemeinen Umweltsensitivität
(CAUS, Kiesswetter et al., 1999)

Vpn Nr. _____

Testdatum _____

Der Fragebogen soll Ihre Reaktionen auf Umweltreize - insbesondere chemische Reize - erfassen. Bitte kreuzen Sie an, wie sehr die aufgeführten Reaktionsweisen auf Sie zutreffen. Dabei bedeuten 0 "gar nicht zutreffend" und 5 "sehr zutreffend". Die Kategorien 1-4 stellen Abstufungen dazwischen dar, die von "wenig zutreffend" (1) bis "annähernd zutreffend" (4) reichen.

Sensitivität allgemein

	gar nicht zutreffend						sehr zutreffend
	0	1	2	3	4	5	
1. Helles Licht vertrage ich nicht	0	1	2	3	4	5	
2. Auf rauhe ("kratzende") Kleidung reagiere ich sehr empfindlich	0	1	2	3	4	5	
3. Mir ist der Geschmack bestimmter Speisen unangenehm	0	1	2	3	4	5	
4. Auf grelle Farben reagiere ich stark	0	1	2	3	4	5	
5. Ich bin sehr geruchsempfindlich	0	1	2	3	4	5	
6. Ich bin sehr geräuschempfindlich	0	1	2	3	4	5	
7. Ich bin sehr geschmacksempfindlich	0	1	2	3	4	5	
8. Ich reagiere stark auf bestimmte Gerüche	0	1	2	3	4	5	
9. Ich bin sehr lichtempfindlich	0	1	2	3	4	5	
10. Ich leide unter Hitzeempfindlichkeit	0	1	2	3	4	5	
11. Ich bin sehr kälteempfindlich	0	1	2	3	4	5	
12. Wenn ich im Schlaf gestört werde, kann ich nicht wieder einschlafen	0	1	2	3	4	5	
13. Lärm und andere Geräusche wecken mich leicht aus dem Schlaf	0	1	2	3	4	5	
14. Ich kann nach den geringsten Aufregungen abends nicht einschlafen	0	1	2	3	4	5	
15. Wenn ich meine gewohnten Schlafzeiten nicht einhalte, komme ich mit meinem Schlafrhythmus außer Takt	0	1	2	3	4	5	
16. Ich wache in Zeiten innerer Anspannung morgens sehr früh auf	0	1	2	3	4	5	
17. Ich wache nach belastenden Situationen nachts mehrmals auf	0	1	2	3	4	5	
18. Mir schmeckt nach Aufregung gar nichts mehr	0	1	2	3	4	5	
19. Ich habe vor wichtigen Ereignissen keinen Appetit	0	1	2	3	4	5	
20. Ich habe vor, während oder nach aufregenden Situationen Kopfschmerzen	0	1	2	3	4	5	

Sensitivität / Körper

	gar nicht zutreffend					sehr zutreffend						
21. Ich bin körperlich empfindlich	0	1	2	3	4	5						
22. Ich bin sehr schmerzempfindlich	0	1	2	3	4	5						
23. Ich bin nach Anstrengungen schnell mit meinen Kräften am Ende	0	1	2	3	4	5						
24. Ich habe überall Schmerzen	0	1	2	3	4	5						
25. Ich habe das Gefühl, "fertig" zu sein	0	1	2	3	4	5						

Atmung

26. Ich habe das Gefühl, nicht durchatmen zu können	0	1	2	3	4	5						
27. Ich atme unregelmäßig	0	1	2	3	4	5						
28. Ich habe Atembeschwerden	0	1	2	3	4	5						
29. Ich bekomme bereits bei geringer körperlicher Anstrengung Atembeklemmung und Atemnot	0	1	2	3	4	5						
30. Ich bekomme nach körperlichen Anstrengungen Hustenanfälle	0	1	2	3	4	5						
31. Ich habe in aufregenden Situationen das Gefühl der Luftnot	0	1	2	3	4	5						
32. Ich habe ein Gefühl erstickender Enge in der Brust	0	1	2	3	4	5						
33. Wenn ich die Farbe in frisch gestrichenen Räumen rieche, bekomme ich leicht Atemnot	0	1	2	3	4	5						
34. Sprays und trocknende Lacke verursachen bei mir das Gefühl von Atemnot	0	1	2	3	4	5						
35. Bei geringen Mengen von Rauchabgasen muß ich husteln	0	1	2	3	4	5						
36. Sobald ich Rauchabgase rieche, bekomme ich Atembeklemmungen	0	1	2	3	4	5						
37. In verrauchten Räumen halte ich es nicht lange aus	0	1	2	3	4	5						
38. Bei starkem Lackgeruch bekomme ich das Gefühl der Übelkeit	0	1	2	3	4	5						
39. Bei starkem Lack- oder Rauchgeruch kann es mir schwindelig werden	0	1	2	3	4	5						
40. Auf Benzinabgase an der Tankstelle reagiere ich empfindlich	0	1	2	3	4	5						
41. Kochgeruch empfinde ich als unangenehm	0	1	2	3	4	5						
42. Bei Geruch von starken Reinigungsmitteln bekomme ich Atembeschwerden	0	1	2	3	4	5						
43. Manchen Parfüm-Geruch kann ich nicht ertragen	0	1	2	3	4	5						
44. Bei schlechter Luft in Räumen mit vielen Menschen halte ich es nicht lange aus	0	1	2	3	4	5						
45. Verkehrsabgase empfinde ich als äußerst unangenehm	0	1	2	3	4	5						

Haut / Allergie

	gar nicht zutreffend	1	2	3	4	5 sehr zutreffend
46. Meine Haut reagiert empfindlich	0	1	2	3	4	5
47. Ich habe Ekzeme und Hautausschläge	0	1	2	3	4	5
48. Meine Haut reagiert empfindlich auf Sonneneinstrahlung	0	1	2	3	4	5
49. Meine Haut zeigt allergische Reaktionen	0	1	2	3	4	5
50. Ich empfinde oft Juckreiz	0	1	2	3	4	5
51. Meine Haut ist fleckig und empfindlich (gerötet)	0	1	2	3	4	5
52. Bei Berührung von manchen Lebensmitteln mit den Händen (z.B. Äpfel) empfinde ich Kribbeln und Prickeln in den Händen	0	1	2	3	4	5
53. Manche Stoffe kann ich nicht auf der Haut vertragen	0	1	2	3	4	5
54. Bei Seifen, Badezusätzen oder Cremes reagiert meine Haut unter Umständen empfindlich	0	1	2	3	4	5
55. Beim Essen mancher Speisen (z.B. Äpfel) empfinde ich Kribbeln und Prickeln im Mund	0	1	2	3	4	5
56. Beim Essen bestimmter Speisen (z.B. Äpfel) empfinde ich Atembeschwerden	0	1	2	3	4	5
57. Beim Essen bestimmter Speisen empfinde ich Unwohlsein und Magen-Darmbeschwerden	0	1	2	3	4	5
58. Ich habe nach dem Essen bestimmter Speisen oft Übelkeit und Erbrechen	0	1	2	3	4	5
59. Ich habe in Zusammenhang mit Essen oft Druck in der Magengegend	0	1	2	3	4	5
60. Ich habe oft Völlegefühl im Magen	0	1	2	3	4	5
61. Ich reagiere auf manche Medikamente mit Kreislaufversagen	0	1	2	3	4	5
62. Ich reagiere auf manche Medikamente mit Hautausschlag	0	1	2	3	4	5
63. Ich reagiere auf manche Speisen mit Hautausschlag	0	1	2	3	4	5
64. Im Frühjahr und Sommer habe ich "Heuschnupfen"	0	1	2	3	4	5
65. Ich leide unter Empfindlichkeit gegenüber Blütenpollen	0	1	2	3	4	5
66. Die Schleimhäute meiner Augen sind oft entzündet	0	1	2	3	4	5
67. Mittlerweile reagiere ich auf sehr viele Stoffe allergisch	0	1	2	3	4	5

Händigkeits-Fragebogen

Institut für Psychologie
CAU Kiel



Dipl.-Psych. J. Laudien

VP-Nummer:	Datum:
------------	--------

	<i>links</i>		<i>rechts</i>	
Mit welcher Hand ...	immer	meist	immer	meist
1. ... schreiben Sie einen Brief (lesbar)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. ... werfen Sie einen Ball?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. ... halten Sie einen Schläger?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. ... schlagen Sie einen Hammer?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. ... zünden Sie ein Streichholz an?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. ... bürsten Sie sich die Zähne?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Welches Auge benutzen Sie, wenn Sie zum Beispiel durch ein Teleskop blicken?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Sind Sie von „links“ auf „rechts“ umtrainiert worden?	nein <input type="radio"/>	ja <input type="radio"/>	Wann ca. ? _____	
9. Hatten Sie einmal ein sog. Schädelhirntrauma?	nein <input type="radio"/>	ja <input type="radio"/>	Wann ca. ? _____	
	und welcher Art? _____			
10. Gab es Linkshändigkeit ...				
... beim Vater?	nein <input type="radio"/>	ja <input type="radio"/>		
... bei der Mutter?	nein <input type="radio"/>	ja <input type="radio"/>		
... bei Geschwistern?	nein <input type="radio"/>	ja <input type="radio"/>		

und zwar _____

VP-Nummer:

Datum:

Fragebogen zur Geruchsstudie

Bitte beantworten Sie alle Fragen so wahrheitsgetreu wie möglich.

Geburtsdatum: _____ Geschlecht männlich weiblich *Wie lange haben Sie in der letzten Nacht geschlafen?*

Ich habe von _____ bis _____ Uhr geschlafen. (_____ Stunden)

Wann haben Sie heute zum letzten mal etwas gegessen?

Ich habe heute meine letzte (Zwischen-) Mahlzeit vor etwa _____ Stunden zu mir genommen.

Rauchgewohnheiten:

Ich bin (bitte ankreuzen)

Nichtraucher (seit mindestens 6 Monaten) Gelegenheitsraucher (weniger als 1 Zigarette am Tag) Raucher (mindestens 1 Zigarette am Tag)

Wenn Raucher: Seit wie vielen Jahren? _____

Ist Ihre Riechfähigkeit heute durch eine Erkältung oder ähnliches eingeschränkt? Nein Ja *Wenn Ja, bitte beschreiben Sie die Art und den Umfang der Einschränkung:*

Bitte beschreiben Sie, falls vorhanden, Besonderheiten bzgl. Ihrer Geruchswahrnehmung.

Ab hier nur von Frauen auszufüllen

Nehmen Sie orale Kontrazeptiva? Ja Nein Haben Sie einen regelmäßigen Zyklus? Ja Nein

Wie ist Ihre durchschnittliche Zyklus-Dauer: ca. _____ Tage

Ihr wievielter Zyklus-Tag ist heute? _____ Tag (Beginn des Zyklus = 1. Tag der Menstruatio

Hedonik-Liste

Vp-Nr. _____

Datum: _____

Duft: _____

Bitte kreuzen einen oder mehrere der folgenden Begriffe an,
die auf die eben gerochene Duftprobe zutreffen.

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> fruchtig (Zitrusfrüchte) | <input type="checkbox"/> seifig | <input type="checkbox"/> Zitrone |
| <input type="checkbox"/> Grapefruit (Pampelmuse) | <input type="checkbox"/> Leder | <input type="checkbox"/> Pappe |
| <input type="checkbox"/> Seil (Schnur) | <input type="checkbox"/> Orange | <input type="checkbox"/> nasses Papier |
| <input type="checkbox"/> fruchtig (keine Zitrusfrüchte) | <input type="checkbox"/> Ananas | <input type="checkbox"/> Traubensaft |
| <input type="checkbox"/> nasse Wolle, nasser Hund | <input type="checkbox"/> schmutzige Wäsche | <input type="checkbox"/> Erdbeere |
| <input type="checkbox"/> abgestanden | <input type="checkbox"/> Apfel | <input type="checkbox"/> modrig, erdig |
| <input type="checkbox"/> Birne | <input type="checkbox"/> rohe Kartoffel | <input type="checkbox"/> Melone |
| <input type="checkbox"/> Mäuse | <input type="checkbox"/> Pfirsich | <input type="checkbox"/> Pilze |
| <input type="checkbox"/> Banane | <input type="checkbox"/> Erdnussbutter | <input type="checkbox"/> blumig |
| <input type="checkbox"/> Bohnen | <input type="checkbox"/> Rosen | <input type="checkbox"/> frische Eier |
| <input type="checkbox"/> Veilchen | <input type="checkbox"/> Baumrinde, Birkenrinde | <input type="checkbox"/> Lavendel |
| <input type="checkbox"/> Kork | <input type="checkbox"/> Kölnisch Wasser | <input type="checkbox"/> verbrannt, rauchig |
| <input type="checkbox"/> Moschus | <input type="checkbox"/> frischer Tabakrauch | <input type="checkbox"/> Parfüm |
| <input type="checkbox"/> abgestandener Tabakrauch | <input type="checkbox"/> abgebrannte Kerze | <input type="checkbox"/> Kaffee |
| <input type="checkbox"/> Weihrauch | <input type="checkbox"/> Steinkohlenteercreosot | <input type="checkbox"/> duftend |
| <input type="checkbox"/> aromatisch | <input type="checkbox"/> verbrannter Gummi | <input type="checkbox"/> verbranntes Papier |
| <input type="checkbox"/> Honig | <input type="checkbox"/> angebrannte Milch | <input type="checkbox"/> Kirsche |
| <input type="checkbox"/> Teer | <input type="checkbox"/> Mandeln | <input type="checkbox"/> Nagellackentferner |
| <input type="checkbox"/> nussig, Nüsse | <input type="checkbox"/> Desinfektionsmittel | <input type="checkbox"/> würzig |
| <input type="checkbox"/> medizinisch | <input type="checkbox"/> Gewürznelken | <input type="checkbox"/> chemisch |
| <input type="checkbox"/> Zimt | <input type="checkbox"/> bitter | <input type="checkbox"/> Lorbeer |
| <input type="checkbox"/> stechend, beißend, ätzend | <input type="checkbox"/> Tee | <input type="checkbox"/> sauer, Essig |
| <input type="checkbox"/> Fleischgewürz | <input type="checkbox"/> Sauerkraut | <input type="checkbox"/> schwarzer Pfeffer |
| <input type="checkbox"/> Ammoniak | <input type="checkbox"/> grüner Pfeffer | <input type="checkbox"/> Urin |
| <input type="checkbox"/> Dill | <input type="checkbox"/> Katzenurin | <input type="checkbox"/> Kümmel |
| <input type="checkbox"/> fischig | <input type="checkbox"/> Cognac | <input type="checkbox"/> geräucherter Fisch |
| <input type="checkbox"/> holzig, harzig | <input type="checkbox"/> Sperma | <input type="checkbox"/> Zedernholz |
| <input type="checkbox"/> neuer Gummi | <input type="checkbox"/> Mottenkugeln | <input type="checkbox"/> rußig |
| <input type="checkbox"/> minzig, Pfefferminz | <input type="checkbox"/> Kerosin | <input type="checkbox"/> Kampher |
| <input type="checkbox"/> ölig, fettig | <input type="checkbox"/> Eucalyptus | <input type="checkbox"/> frische Butter |
| <input type="checkbox"/> Schokolade | <input type="checkbox"/> Farbe | <input type="checkbox"/> Vanille |
| <input type="checkbox"/> Lack | <input type="checkbox"/> süß | <input type="checkbox"/> Popcorn |
| <input type="checkbox"/> Ahornsirup | <input type="checkbox"/> Brathuhn | <input type="checkbox"/> Karamel |
| <input type="checkbox"/> gekochtes Fleisch | <input type="checkbox"/> Malz, malzig | <input type="checkbox"/> Suppe |
| <input type="checkbox"/> Rosinen | <input type="checkbox"/> gekochtes Gemüse | <input type="checkbox"/> Sirup |
| <input type="checkbox"/> ranzig | <input type="checkbox"/> Kokosnuß | <input type="checkbox"/> verschwitzt |
| <input type="checkbox"/> Anis (Lakritz) | <input type="checkbox"/> käsig | <input type="checkbox"/> alkoholisch |
| <input type="checkbox"/> Haushaltsgas | <input type="checkbox"/> Äther, Anästhesie | <input type="checkbox"/> schweflig |
| <input type="checkbox"/> metallisch | <input type="checkbox"/> Knoblauch, Zwiebel | <input type="checkbox"/> Tier |
| <input type="checkbox"/> Benzin, Lösungsmittel | <input type="checkbox"/> frisches, grünes Gemüse | <input type="checkbox"/> Blut, rohes Fleisch |
| <input type="checkbox"/> Geranienblätter | <input type="checkbox"/> Reinigungsmittel, Putzmittel | <input type="checkbox"/> Terpentin |
| <input type="checkbox"/> prickelnd | <input type="checkbox"/> abgeschnittenes Gras, Pflanzen | <input type="checkbox"/> zerstampfes Gras |
| <input type="checkbox"/> faulig, verdorben | <input type="checkbox"/> Fäkalien, Dung | <input type="checkbox"/> Sellerie |
| <input type="checkbox"/> Kadaver, Aas | <input type="checkbox"/> rohe Gurke | <input type="checkbox"/> Übelkeitserregend |
| <input type="checkbox"/> Heu | <input type="checkbox"/> trocken, pudrig | <input type="checkbox"/> Getreide |
| <input type="checkbox"/> Kreide | <input type="checkbox"/> Hefe | <input type="checkbox"/> hell |
| <input type="checkbox"/> Bäckerei, frisches Brot | <input type="checkbox"/> schwer | <input type="checkbox"/> saure Milch |
| <input type="checkbox"/> kühl, kühlend | <input type="checkbox"/> verdorbene Früchte | <input type="checkbox"/> warm |
| <input type="checkbox"/> Bier | <input type="checkbox"/> Abwasserkanal, Kloake | <input type="checkbox"/> brennend |

CURRICULUM VITAE

Joachim H. Laudien

25.01.1970	Kiel	geboren als Sohn des Hochschullehrers (Zoologie, CAU Kiel) Dr. Helmut Laudien und seiner Ehefrau Ingeborg Laudien (geb. Vogel)
1976-1980	Gettorf	Besuch der Grundschule Gettorf
1980-1987	Kronshagen	Besuch des Gymnasium Kronshagen
1987-1988	Washington, USA	Besuch der Central Valley High school
1988-1990	Kronshagen	Allgemeine Hochschulreife am Gymnasium Kronshagen
1990-1991	Ottendorf bei Kiel	Zivildienst bei den Werk- und Betreuungsstätten Ottendorf
1992-1995	CAU Kiel	Studium der Philosophie
1996-1998	Kiel	Ausbildung zum Physiotherapeuten an der Lubinus Schule für Physiotherapie, Kiel
1998-2003	CAU Kiel	Studium der Psychologie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Schwerpunkte: 1. klinische Psychologie 2. pädagogische Psychologie forschungsorientiertes Vertiefungsfach: Rechtspsychologie Nebenfach: Psychopathologie
1998-2002	CAU Kiel	Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Psychologie (Lehr- stuhl: Klinische Psychologie, Prof. Dr. Ferstl, Dr. Pause)
2003	CAU Kiel	Diplom-Abschlussprüfungen Diplomarbeitsthema: „Modulation zentralnervöser Chemosensorik durch Emotion“
Seit April 2004	CAU Kiel	Wissenschaftlicher Mitarbeiter im DFG-Projekt „Adaptation impliziter Reizverarbeitungssysteme beim Men- schen auf sozial relevante, emotionale Chemosignale“