

**SUBJEKTIVE BEWERTUNG UND
ZENTRALNERVÖSE VERARBEITUNG
NAHRUNGSBEZOGENER GERÜCHE UND BILDER
BEI FRAUEN MIT GEZÜGELTEM ESSVERHALTEN
SOWIE PATIENTINNEN MIT ESSSTÖRUNGEN**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Christian-Albrechts-Universität

zu Kiel

vorgelegt von

Claudia Schrader

Kiel

2005

Referent: Prof. Dr. Roman Ferstl
Korreferentin: Priv.-Doz. Dr. Bettina M. Pause
Tag der mündlichen Prüfung: 22. April 2005
Zum Druck genehmigt: Kiel, den 22. April 2005

Der Dekan

DANKSAGUNG

Allen, die dazu beigetragen haben, dass diese Arbeit entstehen konnte, möchte ich an dieser Stelle meinen Dank aussprechen. Dabei danke ich zuallererst den Frauen, die sich bereit erklärt haben, an der Untersuchung teilzunehmen und somit einen Beitrag für die Wissenschaft zu leisten.

Meinen besonderen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. Ferstl aussprechen, der nicht nur die materiellen Rahmenbedingungen für das Durchführen der dieser Arbeit zugrunde liegenden Experimente geschaffen hat, sondern mir auch bei fachlichen und organisatorischen Fragen immer sofort hilfreich zur Seite stand.

Weiterhin möchte ich mich herzlich bei meiner Betreuerin Frau PD Dr. Pause dafür bedanken, dass sie mir während der gesamten Promotion jederzeit als Ansprechpartnerin zur Verfügung stand und mich stets mit nützlichen Hinweisen, anregenden Diskussionen und praktischen Ratschlägen unterstützt hat. Mit ihrem überaus großen Engagement, das ich bereits während meiner Diplomarbeit im Geruchslabor zu schätzen gelernt hatte, begleitete sie mich auch in dieser Arbeit sowohl fachlich als auch menschlich.

Besonders danke ich auch Herrn Dipl.-Phys. Sojka, der nicht nur durch seinen fachlichen Einsatz die Voraussetzungen für das Durchführen der Experimente schuf, sondern darüber hinaus bei allen technischen Fragen und Problemen stets schnelle und kompetente Hilfe leistete und dabei vor allem nie die Geduld und den Humor verlor.

Frau Dr. Krauel und Frau Dipl.-Psych. Rogalski danke ich sowohl für viele inhaltliche und formale Anregungen in jeder Phase dieser Arbeit als auch für freundliche und kollegiale Hilfe bei der Beschaffung von Literatur, Bildmaterial, Kaffee, Tee und Muffins.

Herrn Dr. Fillbrandt und Herrn PD Dr. Andres möchte ich dafür danken, dass sie mir über ihren hervorragenden Einsatz bei der allgemeinen statistischen Ausbildung hinaus auch für weitere Fragen bei der Auswertung meiner Daten zur Verfügung standen. Außerdem haben beide wesentlich dazu beigetragen, mir das Studium des Faches Psychologie an der CAU in Kiel zu ermöglichen.

Frau Hinrichsen danke ich für die freundliche und kompetente Unterstützung bei Literaturfragen sowie für Soforthilfe im Kampf mit dem Institutskopierer.

Frau Pinnow und Frau Klauen danke ich für die Hilfe bei organisatorischen Fragen sowie für viele freundliche Worte während meiner gesamten Zeit am Institut für Psychologie in Kiel.

Mein weiterer Dank gilt allen, die als Praktikanten, Diplomanden oder wissenschaftliche Hilfskräfte an der Literaturrecherche und -beschaffung, Versuchsvorbereitung und -durchführung sowie Zusammenstellung, Kontrolle und Auswertung der Daten beteiligt waren.

Frau Dr. Weike aus der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Dr. Hamm aus Greifswald danke ich dafür, dass sie mir zahlreiche Abbildungen appetitlicher Speisen zur Verfügung gestellt hat sowie für hilfreiche Literaturhinweise.

Den Firmen Haarmann & Reimer, Quest International und vor allem Dragoco danke ich für die mehrfache, unbürokratische Zusendung kostenloser Aromaprobe.

Herrn Prof. Dr. Nutzinger, dem Leiter der Medizinisch-Psychosomatischen Klinik Bad Bramstedt, sowie der Einrichtung LUNA in Kiel danke ich für die Unterstützung bei der Rekrutierung der Versuchsteilnehmerinnen.

Zum Schluss möchte ich meinen Familienangehörigen, die mich von der ersten bis zur letzten Minute dieser Arbeit mit viel Engagement begleitet haben, meinen unendlichen Dank aussprechen. Ich danke ihnen für fruchtbare Diskussionen, Korrekturlesen, Erstellung von Programmen zur Reizpräsentation und -bewertung sowie zur Kontrolle und Visualisierung der Daten. Weiterhin für das tage- und nächtelange Babysitten, die Rundum-Versorgung sowie den emotionalen und motivationalen Beistand und vor allem für die Liebe, Geduld und Ausdauer, mit der sie mich unbeschreiblich unterstützt haben.

INHALTSÜBERSICHT

1	EINLEITUNG	15
2	THEORETISCHER HINTERGRUND	17
2.1	Die Wahrnehmung und Verarbeitung von Geruchsreizen beim Menschen	17
2.2	Psychophysiologische Aspekte des Essverhaltens	49
2.3	Die Hirnstromaktivität des Menschen	118
3	PRÄZISIERUNG DER FRAGESTELLUNG UND ABLEITUNG DER INHALTLICHEN HYPOTHESEN	169
3.1	Fragestellung.....	169
3.2	Hypothesen	172
4	METHODIK	175
4.1	Planung und Design der Untersuchung	175
4.2	Durchführung der Untersuchung.....	176
4.3	Auswertung der Daten	246
5	ERGEBNISSE	255
5.1	Auswertung der subjektiven Daten	255
5.2	EKP-Analyse	275
6	DISKUSSION	357
6.1	Methodenkontrolle	359
6.2	Hypothesenbezogene Auswertung.....	366
6.3	Gesamtinterpretation und Ausblick	383
7	ZUSAMMENFASSUNG	387
8	LITERATUR.....	389
9	ANHANG	417

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	15
2	THEORETISCHER HINTERGRUND	17
2.1	Die Wahrnehmung und Verarbeitung von Geruchsreizen beim Menschen	17
2.1.1	Das trigeminale System.....	17
2.1.2	Das olfaktorische System	19
2.1.2.1	Periphere Geruchsverarbeitung.....	19
2.1.2.1.1	<i>Aufbau und Lage des Riechepithels.....</i>	<i>19</i>
2.1.2.1.2	<i>Reiztransduktion an den olfaktorischen Rezeptorzellen</i>	<i>21</i>
2.1.2.2	Zentralnervöse Weiterleitung, Verschaltung und Verarbeitung der olfaktorischen Information.....	22
2.1.2.2.1	<i>Der Bulbus olfactorius.....</i>	<i>23</i>
2.1.2.2.2	<i>Kortikale und subkortikale Bereiche der olfaktorischen Informationsverarbeitung.....</i>	<i>26</i>
2.1.2.3	Funktionelle Organisation des olfaktorischen Systems.....	29
2.1.2.4	Anatomische und funktionelle Merkmale des Geruchssystems.....	35
2.1.2.4.1	<i>Anatomische und physiologische Merkmale des olfaktorischen Systems</i>	<i>35</i>
2.1.2.4.2	<i>Funktionelle Merkmale bei der Geruchswahrnehmung und -verarbeitung.....</i>	<i>37</i>
2.1.3	Bedeutung des Geruchssinns für die Ernährung und die Verarbeitung von Nahrungsreizen.....	42
2.2	Psychophysiologische Aspekte des Essverhaltens	49
2.2.1	Physiologische und neurobiologische Regulationsmechanismen	49
2.2.2	Historische Wurzeln des Restraint-Eating-Konzeptes	52
2.2.2.1	Die Externalitäts-Hypothese	52
2.2.2.1.1	<i>Entwicklung der Externalitäts-Hypothese</i>	<i>52</i>
2.2.2.1.2	<i>Zusammenhang von Externalität und der Reaktion auf interne Reize</i>	<i>53</i>
2.2.2.1.3	<i>Zusammenhang von Externalität und der Reaktion auf externe Reize.....</i>	<i>55</i>
2.2.2.1.4	<i>Zusammenhang von Externalität und der Reaktion auf Geschmacksreize</i>	<i>59</i>
2.2.2.1.5	<i>Externalität bei nicht nahrungsbezogenen Reizen.....</i>	<i>60</i>
2.2.2.1.6	<i>Zusammenhang von Externalität und Emotionalität.....</i>	<i>62</i>
2.2.2.1.7	<i>Kausale Beziehungen zwischen Externalität und Übergewicht.....</i>	<i>64</i>
2.2.2.1.8	<i>Kritik an der Externalitäts-Hypothese</i>	<i>64</i>
2.2.2.2	Die Set-Point-Theorie.....	68

2.2.2.2.1	<i>Entwicklung der Set-Point-Theorie</i>	68
2.2.2.2.2	<i>Kritik an der Set-Point-Theorie</i>	72
2.2.3	Das Konzept des Restrained Eating	74
2.2.3.1	Entwicklung des Konzeptes „Restrained Eating“	74
2.2.3.2	Bedeutung kognitiver Faktoren für das Essverhalten gezügelter Esser	76
2.2.3.3	Das Boundary-Modell der Regulation des Essverhaltens	84
2.2.3.4	Bedeutung emotionaler Faktoren für das Essverhalten gezügelter Esser	90
2.2.3.4.1	<i>Depressivität und Essverhalten</i>	90
2.2.3.4.2	<i>Angst, Deprivation und Essverhalten</i>	93
2.2.3.5	Funktionelle Aspekte der Nahrungsaufnahme bei gezügelten Essern	96
2.2.3.6	Psychometrische Aspekte bei gezügelten Essern	98
2.2.3.7	Zusammenhang von gezügeltem und gestörtem Essverhalten	104
2.2.3.8	Selektive Informationsverarbeitung bei gezügelten Essern	108
2.2.3.9	Physiologische und behaviorale Besonderheiten bei gezügelten Essern	111
2.3	Die Hirnstromaktivität des Menschen	118
2.3.1	Das Spontan-EEG	118
2.3.2	Ereigniskorrelierte Potentiale (EKPs)	121
2.3.2.1	N1	124
2.3.2.2	P2	126
2.3.2.3	N2	127
2.3.2.3.1	<i>N2-a oder Mismatch Negativity</i>	127
2.3.2.3.2	<i>N2-b</i>	128
2.3.2.4	P3	129
2.3.2.4.1	<i>P3-a und Novelty P3</i>	130
2.3.2.4.2	<i>Target-P3 oder P3 b</i>	134
2.3.2.5	N4	139
2.3.2.6	pSW	141
2.3.3	Modulation des VEKPs durch emotionale Reize	142
2.3.3.1	Studien mit verbalem Stimulusmaterial	142
2.3.3.2	Studien mit piktoralem Stimulusmaterial	144
2.3.3.2.1	<i>Bilder aus dem IAPS</i>	144
2.3.3.2.2	<i>Abbildungen von Gesichtern und Gesichtsausdrücken</i>	151
2.3.4	Besonderheiten des chemosensorischen EKPs	155
2.3.4.1	Voraussetzungen für die Ableitung von CSEKPs	155
2.3.4.2	Komponenten im CSEKP	157
2.3.4.3	Einflüsse psychologischer Faktoren auf das CSEKP	160

2.3.4.3.1	<i>Einflüsse der Aufmerksamkeit</i>	160
2.3.4.3.2	<i>Einflüsse von Lernerfahrungen</i>	161
2.3.4.4	Einflüsse biologischer Variablen auf das CSEKP	162
2.3.4.5	Einflüsse der Atmung auf das CSEKP	164
2.3.4.6	Einflüsse trigeminaler und olfaktorischer Stimulation auf das CSEKP	167
2.3.4.7	Zusammenfassung	168
3	PRÄZISIERUNG DER FRAGESTELLUNG UND ABLEITUNG DER INHALTLICHEN HYPOTHESEN	169
3.1	Fragestellung	169
3.2	Hypothesen	172
4	METHODIK	175
4.1	Planung und Design der Untersuchung	175
4.2	Durchführung der Untersuchung	176
4.2.1	Stichprobe	176
4.2.1.1	Rekrutierung der Stichprobe	176
4.2.1.2	Ausschlusskriterien	177
4.2.1.3	Beschreibung der endgültigen Stichprobe	177
4.2.2	Materialien	186
4.2.2.1	Duftmaterial	186
4.2.2.1.1	<i>Vorstudie zur Auswahl der nahrungsassoziierten olfaktorischen Stimuli</i>	<i>186</i>
4.2.2.1.2	<i>Duftmaterial für die Hauptuntersuchung</i>	<i>195</i>
4.2.2.1.3	<i>Düfte für die Einführung in das Experiment</i>	<i>197</i>
4.2.2.2	Bildmaterial	198
4.2.2.2.1	<i>Vorstudie zur Auswahl der visuellen Stimuli</i>	<i>198</i>
4.2.2.2.2	<i>Bildmaterial für die Hauptuntersuchung</i>	<i>208</i>
4.2.2.3	Befragungsmethoden und Fragebögen	212
4.2.2.3.1	<i>Strukturiertes Klinisches Interview nach DSM IV (SKID IV)</i>	<i>212</i>
4.2.2.3.2	<i>Fragebogen zum Essverhalten (FEV)</i>	<i>215</i>
4.2.2.3.3	<i>Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (EPI)</i>	<i>219</i>
4.2.2.3.4	<i>Fragebogen zur Händigkeit</i>	<i>222</i>
4.2.2.3.5	<i>Fragebogen zum Duft- und Bildversuch</i>	<i>223</i>
4.2.2.3.6	<i>Computergestützte Einschätzung der Düfte</i>	<i>223</i>
4.2.2.3.7	<i>Computergestützte Einschätzung der Bilder mittels SAM</i>	<i>224</i>
4.2.2.4	Cover-Story	227
4.2.2.4.1	<i>Cover-Story zu Aspekt 1</i>	<i>227</i>

4.2.2.4.2	<i>Cover-Story zu Aspekt 2 und 3</i>	228
4.2.2.5	Geruchs-Screening	228
4.2.2.6	Stimuluspräsentation	229
4.2.2.6.1	<i>Präsentation olfaktorischer Stimuli mit dem Olfaktometer</i>	229
4.2.2.6.2	<i>Präsentation visueller Stimuli über einen Computermonitor</i>	231
4.2.2.7	EEG-Aufzeichnung	232
4.2.3	Versuchsaufbau	234
4.2.3.1	Aufbau der ersten Sitzung	234
4.2.3.2	Aufbau der zweiten Sitzung	234
4.2.3.2.1	<i>Aufbau eines olfaktorischen Blocks</i>	235
4.2.3.2.2	<i>Aufbau eines visuellen Blocks</i>	236
4.2.4	Versuchsablauf	237
4.2.4.1	Ablauf der ersten Sitzung	237
4.2.4.1.1	<i>Begrüßung und Einführung in das Experiment</i>	237
4.2.4.1.2	<i>Einverständniserklärung</i>	238
4.2.4.1.3	<i>Präsentation der Düfte</i>	238
4.2.4.1.4	<i>Erhebung der diagnostischen Daten</i>	239
4.2.4.1.5	<i>Abschluss der Sitzung</i>	239
4.2.4.2	Ablauf der zweiten Sitzung	239
4.2.4.2.1	<i>Begrüßung und Geruchs-Screening</i>	239
4.2.4.2.2	<i>Vorbereitung der Probandin für die EEG-Aufzeichnung</i>	240
4.2.4.2.3	<i>Instruktionen zur Atmung</i>	240
4.2.4.2.4	<i>Subjektive Bewertung der Düfte</i>	241
4.2.4.2.5	<i>Instruktionen für die olfaktorische Stimulation</i>	241
4.2.4.2.6	<i>Allgemeine Instruktionen zur EEG-Aufzeichnung</i>	241
4.2.4.2.7	<i>Übungsblöcke zur olfaktorischen Stimulation</i>	242
4.2.4.2.8	<i>Olfaktorische Stimulation in den beiden Hauptblöcken</i>	243
4.2.4.2.9	<i>Instruktionen für die visuelle Stimulation</i>	243
4.2.4.2.10	<i>Übungsblock und Hauptblöcke zur visuellen Stimulation</i>	243
4.2.4.2.11	<i>Instruktionen für die subjektive Beurteilung der Bilder</i>	244
4.3	Auswertung der Daten	246
4.3.1	Gewinnung der EKP-Komponenten	246
4.3.1.1	Allgemeine Auswertungsschritte zur Gewinnung der EKPs	246
4.3.1.2	Besondere Auswertung bei Personen mit vielen Augenbewegungen	249
4.3.2	Statistische Datenanalyse	250
4.3.2.1	Methodenkontrolle	251

4.3.2.1.1	<i>Motorische Reaktion auf die Reize</i>	252
4.3.2.1.2	<i>Subjektive Bewertung der Stimuli</i>	252
4.3.2.1.3	<i>Validierung der detektierten Komponenten</i>	252
4.3.2.2	Hypothesenbezogene Datenanalyse	253
4.3.2.2.1	<i>Subjektive Bewertung der Stimuli</i>	253
4.3.2.2.2	<i>EKP-Daten</i>	254
5	ERGEBNISSE	255
5.1	Auswertung der subjektiven Daten	255
5.1.1	Methodenkontrolle	255
5.1.1.1	Motorische Reaktion	255
5.1.1.1.1	<i>Olfaktorische Stimuluspräsentation</i>	255
5.1.1.1.2	<i>Visuelle Stimuluspräsentation</i>	258
5.1.1.2	Subjektive Bewertung der Reize	260
5.1.1.2.1	<i>Olfaktorische Stimuluspräsentation</i>	260
5.1.1.2.2	<i>Visuelle Stimuluspräsentation</i>	263
5.1.2	Hypothesenbezogene Auswertung	270
5.1.2.1	Olfaktorische Stimuluspräsentation	270
5.1.2.2	Visuelle Stimuluspräsentation	270
5.1.2.2.1	<i>Valenz</i>	271
5.1.2.2.2	<i>Arousal</i>	273
5.1.2.2.3	<i>Dominanz</i>	273
5.1.2.3	Zusammenfassung der hypothesenbezogenen Auswertung	274
5.2	EKP-Analyse	275
5.2.1	Chemosensorisch ereignis-korreliertes Potential	276
5.2.1.1	Ergebnisse der übergeordneten Gesamt-ANOVA	278
5.2.1.1.1	<i>Topographische Verteilung der Komponenten</i>	278
5.2.1.1.2	<i>Untersuchung des Faktors „Gruppe“</i>	293
5.2.1.1.3	<i>Untersuchung des Faktors „Duft“</i>	295
5.2.1.2	Hypothesenbezogene „gruppenspezifische ANOVAs“	297
5.2.1.2.1	<i>Vergleich von ungezügelten Essern und Essgestörten</i>	297
5.2.1.2.2	<i>Vergleich von ungezügelten und gezügelten Essern</i>	299
5.2.1.2.3	<i>Vergleich von gezügelten Essern und Essgestörten</i>	300
5.2.1.2.4	<i>Zusammenfassung der hypothesenbezogenen Ergebnisse</i>	300
5.2.2	Visuell ereignis-korreliertes Potential	301
5.2.2.1	Ergebnisse der übergeordneten „Gesamt-ANOVA“	304

5.2.2.1.1	<i>Topographische Verteilung der Komponenten</i>	304
5.2.2.1.2	<i>Untersuchung des Faktors „Gruppe“</i>	329
5.2.2.1.3	<i>Untersuchung des Faktors „Bild“</i>	329
5.2.2.1.4	<i>Untersuchung der Interaktion „Gruppe x Bild“</i>	337
5.2.2.2	Hypothesenbezogene „gruppenspezifische ANOVAs“	342
5.2.2.2.1	<i>Vergleich von ungezügelter Essern und Essgestörten</i>	342
5.2.2.2.2	<i>Vergleich von ungezügelter und gezügelte Essern</i>	352
5.2.2.2.3	<i>Vergleich von Essgestörten und gezügelte Essern</i>	352
5.2.2.2.4	<i>Zusammenfassung der hypothesenbezogenen Ergebnisse</i>	354
6	DISKUSSION	357
6.1	Methodenkontrolle	359
6.1.1	Motorische Reaktion	359
6.1.1.1	Olfaktorische Stimulation	359
6.1.1.2	Visuelle Stimulation	359
6.1.2	Subjektive Bewertung der Stimuli	360
6.1.2.1	Olfaktorische Stimulation	360
6.1.2.2	Visuelle Stimulation	362
6.1.3	Topographie der detektierten EKP-Komponenten	363
6.1.3.1	Olfaktorische Stimulation	363
6.1.3.2	Visuelle Stimulation	365
6.2	Hypothesenbezogene Auswertung	366
6.2.1	Subjektive Bewertung der Stimuli	366
6.2.1.1	Olfaktorische Stimulation	366
6.2.1.2	Visuelle Stimulation	368
6.2.2	Analyse der objektiven Daten	370
6.2.2.1	CSEKP	370
6.2.2.1.1	<i>Haupteffekt „Gruppe“</i>	370
6.2.2.1.2	<i>Haupteffekt „Duft“</i>	371
6.2.2.1.3	<i>Interaktion „Gruppe x Duft“</i>	372
6.2.2.2	VEKP	374
6.2.2.2.1	<i>Haupteffekt „Bild“</i>	374
6.2.2.2.2	<i>Interaktion „Gruppe x Bild“</i>	377
6.3	Gesamtinterpretation und Ausblick	383
6.3.1	Abschließende Diskussion	383

6.3.2	Ausblick	384
7	ZUSAMMENFASSUNG	387
8	LITERATUR.....	389
9	ANHANG	417

1 EINLEITUNG

Die Regulation der Nahrungsaufnahme unterliegt komplexen Regelkreisen, die metabolische Vorgänge, physiologische Bedürfnisse und mögliche zeitliche Variationen in der Verfügbarkeit von Nährstoffen berücksichtigen. Beim Menschen spielen darüber hinaus neben kurzfristigen motivationalen Zuständen wie Hunger und Sättigung auch kognitive Prozesse eine entscheidende Rolle bei der Steuerung der Menge und Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung. Somit können die Wahrnehmung und Bewertung von Nahrungsmitteln, das individuelle Essverhalten und die emotionale Reaktion auf Nahrungsreize durch die Einstellung zu Ernährung und Körpergewicht beeinflusst werden. Eine starke Verzerrung der Wahrnehmung und Bewertung dieser Bereiche geht bei Patienten mit Essstörungen mit einer extrem einseitigen Nahrungsaufnahme einher, bei der physiologische Regelmechanismen außer Kraft gesetzt und körperliche Mangelzustände ignoriert werden.

In der vorliegenden Arbeit soll der Einfluss eines kognitiv kontrollierten Ernährungsstils auf die frühe zentralnervöse Informationsverarbeitung von Nahrungsreizen untersucht werden. Zu diesem Zweck werden Personen selektiert, die laut Selbstaussage zu einem stark kognitiv kontrollierten Ernährungsstil neigen. Da in dieser Studie davon ausgegangen wird, dass eine derartige Ernährungskontrolle im Sinne eines Risikofaktors eine wichtige Rolle bei der Entstehung einer Essstörung spielt, werden zusätzlich essgestörte Patienten in die Studie mit einbezogen. Als Kontrollgruppe werden Personen ausgewählt, deren Essverhalten laut Befragung eher physiologischen Bedürfnissen statt kognitiv festgelegten Einschränkungen unterliegt. Das Ziel der Studie besteht darin, zu überprüfen, ob sowohl essgestörte Patienten als auch gesunde Personen mit einem überwiegend kognitiv kontrollierten Essverhalten in ihren Reaktionen auf Nahrungsreize ähnlich starke Abweichungen von gesunden Kontrollpersonen zeigen.

Die Analyse der frühen Reizverarbeitung erfolgt über die Aufzeichnung und Auswertung ereigniskorrelierter Potentiale, die bei Stimulation mit nahrungsassoziierten Reizen auftreten. Neben dieser objektiven Methode sollen als subjektive Maße auch die Valenz- und Intensitätseinschätzungen der Stimuli erhoben werden.

Als Stimulusmaterial werden Gerüche gewählt, da eine starke Beteiligung des Geruchssinns an der Auswahl oder Vermeidung bestimmter Nahrungsmittel sowohl in Tier- als auch in Humanexperimenten wiederholt gezeigt werden konnte. Darüber hinaus besteht eine enge Verbindung zwischen der Verarbeitung von Gerüchen und der Verarbeitung von Emotionen, da bei beiden teilweise die gleichen Strukturen des limbischen Systems beteiligt sind. Weiterhin sollen visuelle Stimuli vorgegeben werden, da zum einen der besonderen Bedeutung der visuellen Wahrnehmung beim Menschen Rechnung getragen werden soll und zum ande-

ren ein Vergleich beider Modalitäten Aufschlüsse über generelle oder modalitätsspezifische Effekte liefert.

Um nachweisen zu können, dass mögliche Unterschiede zwischen Personen mit einem gesunden Ernährungsstil auf der einen Seite und Personen mit einem überwiegend kognitiv kontrollierten Ernährungsstil bzw. essgestörten Patienten auf der anderen Seite tatsächlich auf nahrungsspezifischen Effekten beruhen, werden zusätzlich nicht nahrungsbezogene Reize sowie ekelerregende nahrungsassoziierte Reize vorgegeben. Bei diesen beiden Reizklassen sollten nach der oben formulierten Annahme also keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen auftreten.

Im nachfolgenden Kapitel soll eine Einführung in den theoretischen Hintergrund der Studie erfolgen. Das Kapitel ist in drei große Teile untergliedert. Im ersten Teil wird die periphere und zentralnervöse Geruchsverarbeitung beschrieben, wobei vor allem auf Besonderheiten des Geruchssystems im Vergleich zu anderen Modalitäten eingegangen wird. Zudem wird die Bedeutung des Geruchssinns für die Nahrungsaufnahme herausgestellt. Im zweiten Teil werden psychologische Aspekte der Nahrungsaufnahme behandelt. Dabei wird im wesentlichen das Konzept des „*restrained eating*“ dargestellt, das dieser Arbeit zugrunde liegt. Zuvor wird auf die „Externalitätshypothese“ sowie die „Set-Point-Theorie“ eingegangen, die diesem Konzept vorausgingen und durch es abgelöst wurden. Besonders in den Forschungsarbeiten zur „Externalitätshypothese“ wurden viele Versuchsdesigns angewendet, die bei der Untersuchung des „*Restrained-Eating-Konzeptes*“ in leicht abgewandelter Form übernommen wurden. Der dritte Teil widmet sich der Beschreibung der Ableitung der hirnelektrischen Aktivität. Hier werden die einzelnen Komponenten des ereignis-korrelierten Potentials (EKP) und ihre Variation in Abhängigkeit von experimentellen Manipulationen erläutert. Für das visuelle EKP wird dabei die Bedeutung emotionaler Stimuli näher betrachtet. Ferner werden die Besonderheiten bei der Aufzeichnung und Interpretation chemosensorischer EKPs dargelegt.

Im dritten Kapitel wird die Fragestellung der vorliegenden Arbeit präzisiert und in inhaltliche Hypothesen übertragen. Das vierte Kapitel enthält eine Darstellung der Methodik, wobei alle verwendeten Befragungsinstrumente ausführlich behandelt werden.

Die Ergebnisse werden in Kapitel 5 aufgeführt, das sich in vier Teile gliedert. Der erste Teil beinhaltet eine Methodenkontrolle, in der überprüft wird, ob die vorgegebenen Stimuli subjektiv so bewertet werden, wie anhand von Vorstudien zu erwarten wäre. Der zweite Teil bezieht sich auf die hypothesenbezogene Auswertung der subjektiven Reizbewertung. Im dritten Teil wird die Analyse der chemosensorischen EKPs betrachtet und der vierte Teil enthält die Auswertung der visuellen EKPs. Die beiden letztgenannten Teile sind jeweils so gegliedert, dass zunächst die Topographie der untersuchten Komponenten beschrieben wird und anschließend die aufgestellten Hypothesen überprüft werden. Die Interpretation der Ergebnisse wird in Hinblick auf die aktuelle Forschungsliteratur abschließend im sechsten Kapitel diskutiert.

2 THEORETISCHER HINTERGRUND

2.1 Die Wahrnehmung und Verarbeitung von Geruchsreizen beim Menschen

Neben dem gustatorischen System (Wahrnehmung von Geschmacksreizen) gehört das olfaktorische System zu den phylogenetisch ältesten Sinnessystemen (Birbaumer & Schmidt, 1996, 2003). Ein weiteres System, das auch teilweise an der Wahrnehmung von Geruchsreizen beteiligt ist und ebenfalls zur Verarbeitung chemischer Reize beiträgt, ist das trigeminale System. Dieses soll im Folgenden kurz im Hinblick auf seinen Beitrag zur Geruchswahrnehmung beschrieben werden, bevor eine detaillierte Betrachtung des olfaktorischen Systems erfolgt. Dabei werden zunächst die peripheren und zentralnervösen anatomischen Gebiete und Verschaltungen der Geruchsverarbeitung dargestellt und anschließend ihre funktionelle Bedeutung betrachtet. Abschließend werden anatomische und funktionelle Besonderheiten der olfaktorischen Reizverarbeitung im Vergleich zu anderen sensorischen Systemen herausgestellt.

2.1.1 Das trigeminale System

Der gesamte Gesichtsbereich wird durch den *Nervus Trigemini* (V. Hirnnerv) sowohl motorisch als auch sensorisch innerviert. Er umfasst drei Hauptäste, welche die Augenpartie und den Nasenrücken (*Ramus ophthalmicus*, V1) sowie die Regionen um Ober- und Unterkiefer (*Ramus maxillaris*, V2 und *mandibularis*, V3) versorgen. Trigeminale Afferenzen übermitteln neben thermischen, taktilen und Schmerzreizen auch die Wahrnehmung gasförmiger oder flüssiger chemischer Reize. Dabei geschieht die Reizaufnahme über freie Nervenendigungen, die u.a. über die gesamte Nasenschleimhaut verteilt sind (Burdach, 1988) und möglicherweise zur Klasse der Schmerzrezeptoren gerechnet werden können (Silver & Finger, 1991). Afferent vereinigen sich die drei Hauptäste im *Ganglion trigeminale (semilunare) Gasseri*. Von hier aus ziehen Fasern weiter in das Brückenhirn (*Pons*), wo sie im *Nucleus spinalis nervi trigemini* und im *Nucleus pontinus (sensorius principalis)*, der z.T. auch gustatorische Afferenzen erhält, terminieren. Die meisten Axone aus diesen Kerngebieten kreuzen hier auf die kontralaterale Seite und ziehen als *Lemniscus trigeminalis* zum *Nucleus ventralis postero-medialis* im lateralen *Thalamus*, der wiederum auch gustatorische Informationen erhält. Projektionsgebiete der Neurone aus dem *Thalamus* sind einerseits Bereiche des primären somatosensorischen Kortex (SI), die sich auf dem *Gyrus postcentralis* (Brodmann-Areale 1 bis 3) befinden und nur ipsilaterale Projektionen erhalten. Andererseits erhält auch der sekundäre somatosensorische Kortex (SII) an der Oberwand des *Sulcus lateralis* ipsi- und kontralaterale

thalamofugale Projektionen (Zilles & Rehkämper, 1998). Über den gesamten Verlauf der trigeminalen Reizverarbeitung ist eine deutliche Somatopie erkennbar, die sich u.a. im primären somatosensorischen Kortex in Form eines *Homunculus* zeigt.

Sinneseindrücke von chemischen Reizen, die durch das trigeminale System vermittelt werden, lassen sich als beißend, brennend, stechend, scharf (Hatt, 1993a, 2001a) oder kühlend beschreiben. Hervorgerufen werden sie z.B. durch Substanzen wie Pfefferminze, Eukalyptus, Menthol, (kühlend), Salzsäure, Ammoniak, Chlor (beißend, stechend) oder Piperidin und Capsaicin (brennend, scharf). Wie aus dieser Aufzählung bereits hervorgeht, lösen viele Geruchsstoffe neben olfaktorischen auch trigeminale Wahrnehmungen aus. Somit lässt sich feststellen, dass das trigeminale System, obwohl es wesentlich unempfindlicher ist als das olfaktorische, an fast jedem Geruchseindruck mit beteiligt ist (Hudson & Distel, 2002). Personen, die krankheitsbedingt ihre trigeminale Sensibilität verloren haben, berichten daher meist über einen abgeschwächten Geruchseindruck (Burdach, 1988).

Brennende und schmerzhaftige Sensationen werden im trigeminalen System über unmyelinisierte C-Fasern, Empfindungen wie scharf und stechend dagegen über myelinisierte A_δ-Fasern vermittelt. Diese beiden Fasertypen scheinen durch unterschiedliche Konzentrationen einer Substanz erregt zu werden. So kann Nikotin in einer geringen Dosis zu einem brennenden Sinneseindruck führen, während es in höheren Konzentrationen eine stechende Empfindung auslöst. Diese verschiedenen Sensationen haben darüber hinaus einen unterschiedlichen Zeitverlauf und verändern sich bei wiederholter Stimulation in unterschiedlicher Weise (für einen Überblick siehe Hummel, 2000): Ein stechender Eindruck tritt bereits mit dem Beginn der Stimulation auf („erster Schmerz“) und erreicht bei fortgesetzter Reizung schneller ein Maximum als ein brennendes Gefühl, das sich erst nach mehreren Sekunden einstellt („zweiter Schmerz“). Bei einer wiederholten Reizung kommt es zwar zu einer generellen Erhöhung der allgemein empfundenen Intensität (Burdach, 1988). Diese scheint aber vornehmlich auf der Aktivität der C-Fasern zu beruhen, da häufig von einer Zunahme eines dumpfen, brennenden Schmerzes berichtet wird. Die Intensität der durch die A_δ-Fasern vermittelten stechenden Qualität dagegen kann bei mehrfacher Stimulation abnehmen. Während die Erhöhung der Intensität des brennenden Schmerzes auf eine zeitliche Summation zurückgeführt wird, lässt sich für den Rückgang das Zusammenwirken einer peripheren Adaptation sowie einer zentralnervös modulierten Habituation annehmen (Hummel, 2000). Die Arbeitsgruppe um Yousem (Yousem, Williams, Howard, Andrew, Simmons, Allin, Geckle, Suskind, Bullmore, Brammer & Doty, 1997) fand bei einer wiederholten Darbietung olfaktorisch-trigeminaler Reize (z.B. Rosmarinöl) eine zunehmende Aktivierung in verschiedenen Hirngebieten (*Gyrus Cingulum*, *Cerebellum*), die auf eine erhöhte Erregung (Arousal) und Ängstlichkeit in Reaktion auf die eher unangenehmen und schmerzhaften Reize zurückgeführt wurde.

Aufgrund der angeborenen Warnfunktion des trigeminalen Systems können durch die Aktivierung trigeminaler Rezeptoren eine Reihe von physiologischen Reflexen ausgelöst werden.

Als Schutz vor schädigenden Substanzen kommt es beispielsweise zu einer Erhöhung der nasalen Schleimsekretion und des nasalen Strömungswiderstandes, zu einem Absinken der Respirationsrate oder zum Niesen (Silver & Finger, 1991).

2.1.2 Das olfaktorische System

2.1.2.1 Periphere Geruchsverarbeitung

2.1.2.1.1 Aufbau und Lage des Riechepithels

Der Nasenraum des Menschen wird durch die Nasenscheidewand (*Septum*) in eine rechte und eine linke Nasenhöhle unterteilt. Diese beiden engen Hohlräume münden unten in den Nasenrachen (*Epipharynx*), der sich an den darunter liegenden Rachen (*Mesopharynx*) anschließt. Die direkte räumliche Verbindung zwischen Nasen- und Mundraum ist besonders für die Wahrnehmung von Nahrungsgerüchen wichtig, die während der Nahrungsaufnahme über diesen Weg („retronasale Stimulation“) vom Mund zur Nase gelangen. Eine Unterbrechung dieser Verbindung kann nur durch einen Verschluss des Gaumensegels (z.B. beim Schlucken) erfolgen (Burdach, 1988).

Die Oberfläche der Nasenhöhlen wird durch drei übereinander liegend angeordnete Muscheln (*Conchae*) vergrößert, die mit einer Schleimhaut (*Mucosa*) ausgekleidet sind. Dabei hebt sich die gelbliche Riechschleimhaut (*Regio olfactoria*) farblich deutlich von den stark durchbluteten sinneszellenfreien Zonen (*Regio respiratoria*) ab. Die Aufgabe dieses respiratorischen Epithels besteht zum einen in der Befeuchtung und Erwärmung der Atemluft und zum anderen in der Filterung der Luft durch das Zurückhalten von Fremdkörpern und Krankheitserregern.

Die Riechschleimhaut, die beim Menschen nur einen Bereich von etwa 200 - 400 mm² einnimmt (beim Hund dagegen beispielsweise ca. 1800 mm²; Kolb & Wishaw, 1996), bedeckt neben den oberen auch Teile der mittleren Conchen und des *Septums* und liegt etwa 7 cm oberhalb der Nasenöffnung (Zatorre & Jones Gotman, 2000). Sie besteht aus drei Schichten (Moran, Jafek & Rowley, 1991), die in Abbildung 2.1 schematisch dargestellt sind: Die oberste (innerste) Schicht (*Lamina propria*) bildet eine Bindegewebsschicht, die sehr stark durchblutet wird und neben Immunzellen, Fibroblasten und Fibrozyten auch undifferenzierte Basalzellen enthält. Letztere reifen zu Sinneszellen aus und bewirken somit eine Regeneration des Epithels. Diese Stammzellen ($\varnothing = 6 \mu\text{m}$) sitzen direkt oberhalb der Basalmembran, welche die zweite Schicht darstellt und die *Lamina propria* von der dritten Schicht, dem olfaktorischen Epithel, trennt. Hierin befinden sich die schlanken Stützzellen, die an ihrem Ende einen Saum von unregelmäßigen Microvilli tragen. Sie umgeben die bipolaren olfaktorischen Rezeptorzellen und bestimmen die Höhe des Epithels. Zwischen den Stütz-

zellen eingebettet liegen zusätzlich sogenannte microvilläre Zellen nahe der Oberfläche des Epithels, deren genaue Funktion bisher unklar ist. Sie sind wesentlich seltener als die olfaktorischen Rezeptorzellen (Verhältnis etwa 1:10 bis 1:20), und ihre Microvilli ragen ebenfalls in den Schleimfilm der Riechschleimhaut hinein (Moran, Jafek & Rowley, 1991).

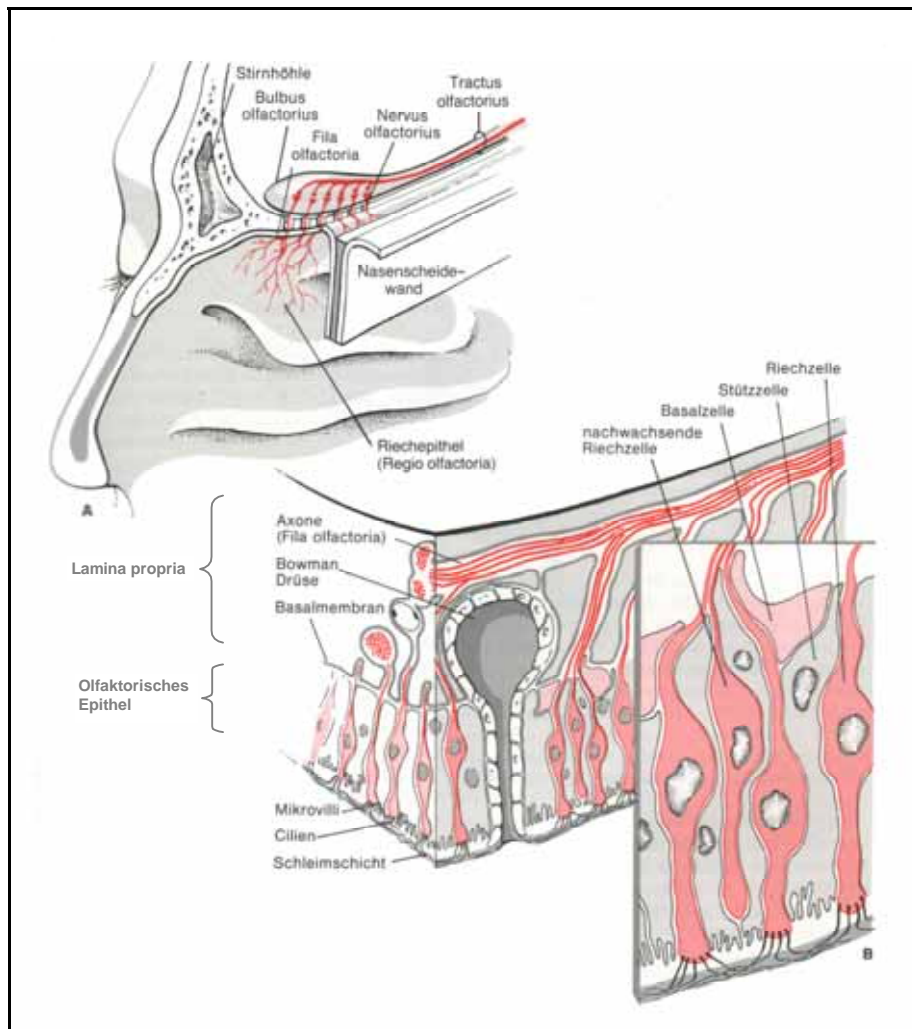


Abbildung 2.1 Lage (A) und Aufbau (B) des Riechepithels (Birbaumer & Schmidt, 1996)

In der *Lamina propria* finden sich zudem die sogenannten Bowman'schen Drüsen (*Glandulae olfactoriae*). Es handelt sich hierbei um tubuloalveolare Drüsen ($\varnothing = 20 - 40 \mu\text{m}$), deren Gang durch das olfaktorische Epithel zieht und sich an der Oberfläche öffnet. Gemeinsam mit den Stützzellen sezernieren diese Zellen kontinuierlich den wässrigen Riechschleim (*Mucus*), der über den Rachenraum abfließt und im Abstand von etwa 10 Minuten ersetzt wird (Bear, Connors & Paradiso, 1996). Er enthält neben Enzymen und Antikörpern auch die sogenannten *odorant binding proteins*, die durch Anbindung vor allem hydrophoben Geruchsmolekülen die Diffusion durch die Mucusschicht erleichtern (Hudson & Distel, 2002). Auf diese Weise ermöglichen sie eine Stimulation der chemosensiblen Rezeptoren.

Darüber hinaus lässt sich vermuten, dass die *odorant binding proteins* auch am Abtransport von Geruchsmolekülen beteiligt sind (Shepherd, 1994). Durch die Lösung der Duftmoleküle im Riechschleim kann eine Erhöhung der Duftstoffkonzentration um bis zu drei Zehnerpotenzen erfolgen, so dass hierüber bereits eine Verstärkung des Signals stattfindet (Hudson & Distel, 2002).

2.1.2.1.2 Reiztransduktion an den olfaktorischen Rezeptorzellen

Während die kleinen ovalen Zellkörper ($\varnothing = 5 \mu\text{m}$) der 10 – 25 Mio. olfaktorischen Sinneszellen (Deetjen & Speckmann, 1992) in der unteren Hälfte des Epithels liegen, ziehen die ca. 40 μm langen apikalen Dendriten bis zur Oberfläche und enden dort in einer kleinen Verdickung ($\varnothing = 1.5 \mu\text{m}$), dem olfaktorischen Vesikel. Aus diesem entspringen etwa 10 bis 30 unbewegliche Riechhärchen (*Cilien*), die mehr als 30 μm in die Schleimschicht hineinragen (Greer, 1991).

Einen entscheidenden Beitrag zum Verständnis der olfaktorischen Reizverarbeitung leisteten Buck und Axel, die für ihre Forschungsergebnisse 2004 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurden. Die Molekularbiologen konnten 1991 erstmalig bei Säugetieren Gene einer Multigenfamilie nachweisen, welche die olfaktorischen Rezeptorproteine kodieren. Nach dem Klonen einzelner Gene stellten die Autoren zunächst entsprechend ihren Erwartungen fest, dass diese nur von den olfaktorischen Sinneszellen exprimiert werden. Weiterhin fanden sie heraus, dass es sich bei den kodierten Molekülen um Rezeptoren handelt, die zur Superfamilie der G-Protein-gekoppelten Rezeptoren gehören (G-Protein = *Guanosin triphosphat binding protein*). Diese Glykoproteine bestehen aus einer Kette von sieben ringförmigen transmembranen α -Helices (Bear, Connors & Paradiso, 1996; Buck & Axel, 1991). Die olfaktorischen Rezeptoren, die sich in der Membran der *Cilien* befinden, ähneln daher strukturell anderen Proteinen wie Rhodopsin (Buck & Axel, 1991; Shepherd, 1994) oder den Rezeptoren für zahlreiche Hormone (z.B. Adrenalin, Histamin) und Neurotransmitter (z.B. Dopamin, Serotonin). Allerdings weisen die olfaktorischen Rezeptoren im Gegensatz zu den letztgenannten eine hohe Variabilität innerhalb der drei mittleren transmembranen Domänen III, IV und V auf, wodurch die Interaktion mit einer extrem großen Zahl unterschiedlicher Geruchsmoleküle ermöglicht wird. Diese Entdeckung passt zu dem Befund, dass das Geruchs-system in der Lage ist, eine extreme Bandbreite verschiedener Gerüche zu detektieren (vgl. Abschnitt 2.1.2.4.1). Innerhalb der Familie olfaktorischer Rezeptorproteine konnten Buck und Axel (1991) mehrere Subfamilien differenzieren, deren Mitglieder untereinander weniger Unterschiede aufwiesen als zu Mitgliedern anderer Subfamilien. Die Autoren nehmen an, dass auf diese Weise auch die geringfügigen Unterschiede zwischen Geruchsmolekülen einer strukturellen Klasse erkannt werden können.

Durch die Anbindung eines Duftmoleküls mit einem Molekulargewicht von etwa 15 - 300 Da (Fruhstorfer, 1996) an das G_{olf} -Protein-gekoppelte Rezeptorprotein kommt es zum Ablauf

einer Second-Messenger-Kaskade: Durch die Aktivierung des Enzyms Adenylatcyclase wird dabei Adenosintriphosphat (ATP) zu zyklischem Adenosinmonophosphat (cAMP) katalysiert. Die Freisetzung von cAMP bewirkt die Öffnung kationselektiver Kanäle, durch die nun Natrium- (Na^+) und Calcium-Ionen (Ca^{2+}) in die Zelle gelangen können. Dieser Einstrom hat eine Depolarisierung des Membranpotentials zur Folge, die zu einer Auslösung eines Aktionspotentials führen kann. Größe und Dauer der Depolarisation sind dabei proportional zur Konzentration (Intensität) und Dauer des Duftreizes (Getchell & Getchell, 1991).

Arbeiten von Lowe und Gold (1993) weisen darüber hinaus darauf hin, dass ein gleichzeitiger Ca^{2+} -abhängiger Ausstrom von Chlor-Ionen (Cl^-) aus der Zelle diese Depolarisation weiter verstärken kann. Somit nehmen die Chlor-Ionen in diesem Fall eine andere Funktion ein als bei den meisten anderen Nervenzellen, bei denen durch einen Cl^- -Einstrom in die Zelle eine Hyperpolarisation und damit eine Inhibition erreicht wird. Diese ungewöhnliche Funktion der Chlor-Ionen setzt voraus, dass ihre Konzentration in der Zelle wesentlich höher ist als bei anderen Nervenzellen (intrazellulär 4 mmol/l, extrazellulär 120 mmol/l), bei denen das Gleichgewichtspotential für Cl^- -Ionen in etwa dem Ruhepotential entspricht und die Menge an ein- und ausströmenden Ionen gleich ist. Zusätzlich zur cAMP-Kaskade, die besonders bei fruchtigen und blumigen Düften wirksam sein soll, wurden u.a. bereits Nachweise für eine Reizweiterleitung über den *second messenger* „Inositoltriphosphat (IP_3)“ bei fauligen Gerüchen gefunden (Hatt, 1993a). Für Säugetiere sind die Ergebnisse aber uneindeutig und lassen diesen Transduktionsweg eher unwahrscheinlich erscheinen (Hatt, 2001a). Bei verschiedenen Spezies werden darüber hinaus weitere Second-Messenger-Systeme untersucht (für einen Überblick siehe Shepherd, 1994).

2.1.2.2 Zentralnervöse Weiterleitung, Verschaltung und Verarbeitung der olfaktorischen Information

„There are so many structures that receive olfactory connections that listing those parts of the brain to which olfactory connections do **not** have access might be easier.“ (Bear, Connors & Paradiso, 1996, p. 205)

Die olfaktorischen Rezeptorzellen, die genau wie die somatosensorischen Sinneszellen echte Nervenzellen sind und damit zu den primären Sinneszellen gehören, entsenden nach basal jeweils ein langes, dünnes Axon ($\varnothing = 0.2 \mu\text{m}$). Da diese Fortsätze unmyelinisiert sind und mit einer Leitungsgeschwindigkeit von ca. 0.1 – 0.2 m/s von allen Nervenzellen am langsamsten leiten, benötigt ein Impuls von einer olfaktorischen Sinneszelle etwa 30 ms um die Distanz von ca. 6 mm zur ersten Synapse im *Bulbus olfactorius* zu überwinden. Die Fasern werden beidseitig in Bündeln von 10 bis 100 Axonen von einer spezialisierten Gliazelle umhüllt (Shepherd & Greer, 1998) und ziehen als 20 - 30 *Fila olfactoria* ipsilateral durch feine Poren in der Siebbeinplatte (*Lamina cribrosa*). Die Gesamtheit aller *Fila olfactoria* wird als *Nervus*

olfactorius (I. Hirnnerv) bezeichnet. Dieser zieht in den ca. 5 mm großen *Bulbus olfactorius*, der direkt über der Siebbeinplatte an der basalen Seite des Frontalhirns liegt.

2.1.2.2.1 Der Bulbus olfactorius

Der *Bulbus olfactorius* (BO) ist als vorgelagerter Teil des Telencephalons in sechs konzentrischen Schichten aufgebaut (Zilles & Rehkämper, 1998). In der äußersten, zellkörperarmen Riechnervenschicht (*Stratum fibrosum externum*) verlaufen die Afferenzen der Riechsinneszellen. Die nächste, glomeruläre Schicht (*Stratum glomerulosum*) enthält die knäueförmigen, von Gliazellen umhüllten synaptischen Kontaktzonen (*Glomeruli*; $\varnothing = 25 - 100 \mu\text{m}$) zwischen den Axonen der Riechsinneszellen und den Dendritenbäumen der Haupt- oder Primärdendriten von Mitral- und Büschelzellen (Fruhstorfer, 1996). Die myelinisierte Axone dieser Zellen verlassen als *Tractus olfactorius* den BO. Weiterhin befinden sich in dieser Schicht am Rande der *Glomeruli* auch Periglomerularzellen ($\varnothing \approx 8 \mu\text{m}$) und zwischen den *Glomeruli* liegende Interneurone.

Während die Zellkörper der Büschelzellen ($\varnothing = 15 - 30 \mu\text{m}$) in der nächstfolgenden äußeren plexiformen Schicht (*Stratum fibrosum plexiforme externum*) liegen, befinden sich die Perikaria der Mitralzellen (Sonderform der Pyramidenzellen; $\varnothing = 15 - 30 \mu\text{m}$) eine Ebene darüber im *Stratum mitrale*. Hieran schließt sich die innere plexiforme Schicht (*Stratum fibrosum plexiforme internum*) mit den Vertikal- und Horizontalzellen an. Die letzte Schicht (*Stratum granulosum*) enthält neben den axonlosen Körnerzellen ($\varnothing = 6 - 8 \mu\text{m}$), welche die größte Zellpopulation von Neuronen ($N > 1 \text{ Mio.}$) innerhalb des BO bilden (Hudson & Distel, 2002), auch Blane- und Golgizellen (Zilles & Rehkämper, 1998).

Die Weiterleitung der Erregung aus den Riechsinneszellen an andere Hirnbereiche erfolgt über die Umschaltung auf die Dendritenbäume der Mitral- und Büschelzellen in den *Glomeruli*. Kollaterale ihrer Axone ziehen in andere Schichten des BO und wirken hier erregend auf Körner-, Golgi- und Blanezellen. Darüber hinaus haben die Mitralzellen (glutinerger) einen exzitatorischen Einfluss auf Vertikal- und Horizontalzellen, während die Büschelzellen (glutinerger und dopaminerg) erregend auf Vertikalzellen und Interneurone wirken.

Interneurone und Periglomerularzellen, die beide durch die Mitral- und Büschelzellen erregt werden, hemmen sich gegenseitig. Da die Periglomerularzellen (Transmitter Dopamin und GABA), welche einzelne *Glomeruli* miteinander verbinden, ebenfalls Input von den *Fila olfactoria* erhalten, findet eine erste Informationsverarbeitung bereits in der glomerulären Schicht statt. Dabei kann es sein, dass GABA innerhalb der *Glomeruli* exzitatorisch wirkt und die Periglomerularzellen damit sowohl einen hemmenden als auch einen erregenden synaptischen Einfluss ausüben können (Shepherd & Greer, 1998).

Die Körnerzellen, die über den Transmitter GABA inhibitorisch auf die Neben- oder Sekundärdendriten der Büschel- und Mitralzellen projizieren, werden selbst wieder durch den Einfluss von Golgi-, Blane-, Vertikal- und Horizontalzellen gehemmt.

Zusätzliche Verbindungen zwischen den Büschel- und Mitralzellen mit den Periglomerular- und Körnerzellen bestehen über dendro-dendritische reziproke Synapsen, die etwa 80 % der Synapsen in der externen plexiformen Schicht ausmachen (Shepherd & Greer, 1998). Dabei haben die Mitral- und Büschelzellen jeweils einen erregenden Einfluss auf die anderen Zellarten, während sie von diesen gehemmt werden. Durch diese Art der Verschaltung können erste Verarbeitungsmechanismen wie Kontrastschärfung durch „Laterale Inhibition“ oder eine zeitliche Signalintegration durch Selbsthemmung realisiert werden (Shepherd & Greer, 1998; Shipley & Reyes, 1991).

Projektionen aus anderen Hirnregionen terminieren hauptsächlich an den Periglomerular- und den Körnerzellen wie z.B. cholinerge Fasern aus dem Kerngebiet des diagonalen Bandes von Broca oder noradrenerge Axone aus dem *Locus coeruleus*. Letztere wirken dabei vermutlich hemmend auf die GABA-Ausschüttung der Körnerzellen und können auf diesem Wege die Hemmung der Mitralzellen reduzieren oder aufheben. Eine Sonderrolle kommt den Afferenzen des *Nucleus raphé* (serotonerg) aus dem Hirnstamm zu, die u.a. direkt in den *Glomeruli* terminieren und hier sehr spezifisch die initiale Verarbeitung der olfaktorischen Signale beeinflussen können, indem sie Informationen über den Zustand des Organismus (Hunger, Sättigung, Arousal, Schlaf) übermitteln. Es wird angenommen, dass Serotonin dabei hemmend auf die Mitralzellen wirkt (Shepherd & Greer, 1998). Weiterhin erhalten alle inhibitorischen Zellen Afferenzen aus höher gelegenen Hirnarealen des Paläokortex (siehe Abschnitt 2.1.2.2.2), so dass die Aktivität der Büschel- und Mitralzellen auf diese Weise auch im Rahmen von Top-Down-Prozessen moduliert wird. Eine schematische Darstellung der verschiedenen Zellen und ihrer Verschaltungen liefert Abbildung 2.2.

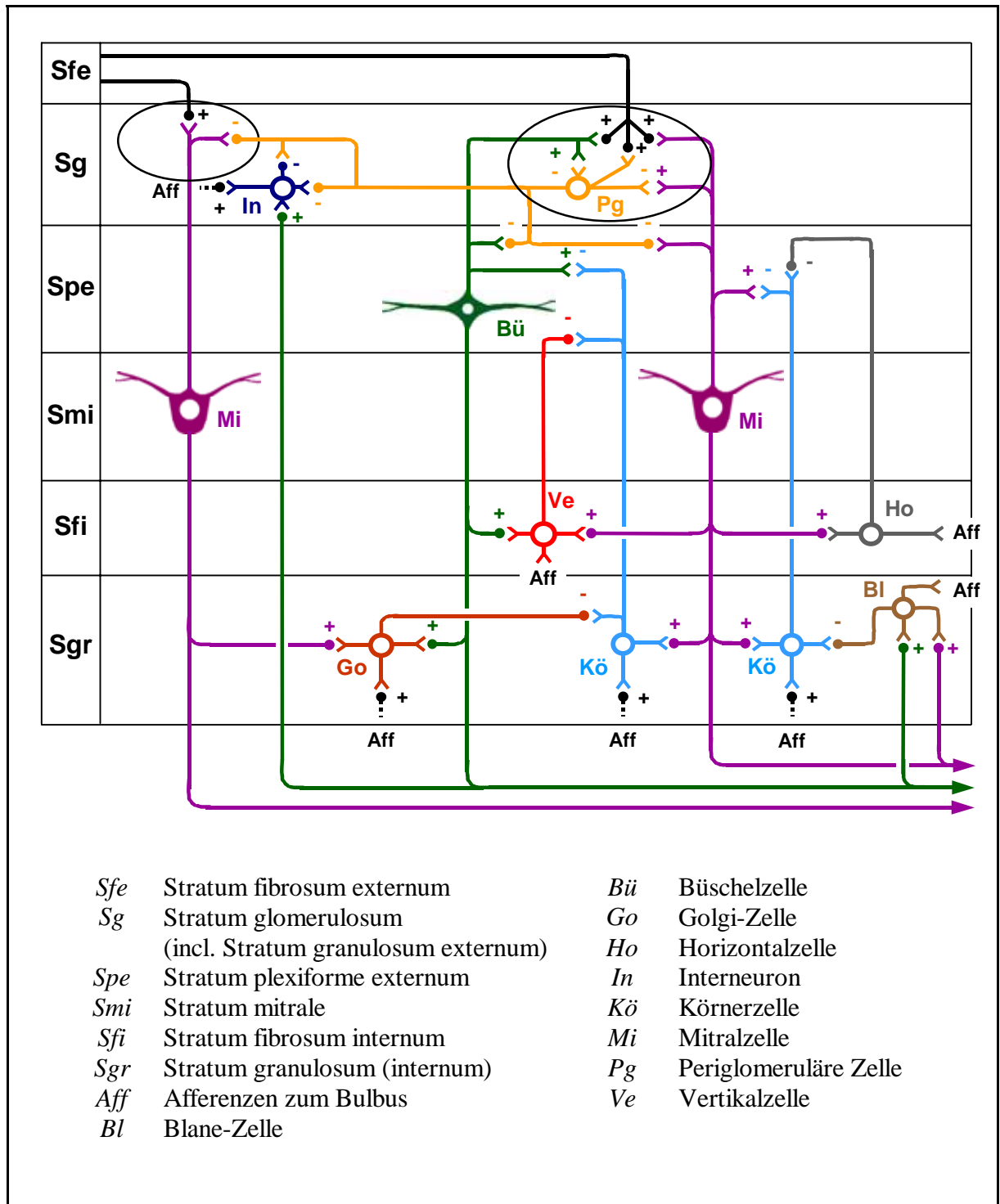


Abbildung 2.2 Unterschiedliche Zelltypen und deren Verschaltungen im Bulbus olfactorius (nach Zilles & Rehkämper, 1998)

2.1.2.2.2 Kortikale und subkortikale Bereiche der olfaktorischen Informationsverarbeitung

Der *Tractus olfactorius* zieht zunächst durch einen „Stiel“ (*Pedunculus olfactorius*), der den vorgelagerten *Bulbus olfactorius* mit dem Rest des Gehirns verbindet. Am Ende dieser Struktur befindet sich der *Nucleus olfactorius anterior* (*Area retrobulbaris*). Die Neurone dieses kortikalen Gebietes projizieren hauptsächlich zurück zum ipsilateralen BO oder über die *Commissura anterior* auf den kontralateralen BO und *Nucleus olfactorius anterior* (NOA). Es bestehen allerdings auch wechselseitige Verbindungen zu Bereichen des ipsilateralen piriformen und entorhinalen Kortex. Weiterhin erhält dieser Hirnbereich Informationen vom *Tuberculum olfactorium* (s.u.) und vom *Hippocampus* (hier besonders *Subiculum*). Auch subkortikale Regionen senden Afferenzen in den NOA. So projizieren z.B. cholinerge Fasern aus dem basalen Vorderhirn, serotinerge Axone aus dem *Nucleus raphé* und noradrenerge Neurone aus dem *Locus coeruleus* in dieses Gebiet.

Anschließend teilen sich die Fasern des *Tractus olfactorius* in einen mittleren (*Stria medialis*) und einen seitlichen Ast (*Stria lateralis*) auf, die zu verschiedenen Hirngebieten ziehen. Über die *Stria medialis* werden das *Tuberculum olfactorium* und die Septum-Region erreicht.

Bei dem *Tuberculum (Trigonum) olfactorium* handelt es sich um eine kleine Verdickung hinter dem *Pedunculus olfactorius* direkt vor dem *Chiasma opticum*. Während dieser Bereich bei Nagetieren und einigen anderen Säugern sehr ausgeprägt ist und eine deutliche Schichtung aufweist, wirkt er beim Menschen eher unscheinbar. Diese Struktur befindet sich im vorderen Bereich der *Substantia perforata anterior*, die einen Teil des ventralen *Striatums* darstellt (Shiple & Reyes, 1991). Die Zellkörper konzentrieren sich hier in größeren Gruppen, den sogenannten „Calleja-Inseln“ (Zilles & Rehkämper, 1998). Es bestehen wechselseitige Verbindungen zu olfaktorischen Rindengebieten (s.u.), zum mediodorsalen *Thalamus* sowie zum *Hippocampus*, allerdings gibt es im Gegensatz zu den anderen olfaktorischen Hirnregionen keine Rückprojektionen zum *Bulbus olfactorius*.

Das *Septum (Area septalis oder subcallosa)* liegt beidseitig in der vorderen medialen Hemisphärenwand unterhalb der *Commissura anterior*. Es beinhaltet sowohl kortikale als auch subkortikale Bereiche, darunter beispielweise das Kerngebiet des diagonalen Bandes von Broca, das zum BO, sowie zum piriformen und entorhinalen Kortex (s.u.) projiziert. Das *Septum* und die *Regio periseptalis* erhalten olfaktorische Afferenzen aus dem NOA und dem *Tuberculum olfactorium* sowie aus Gebieten des piriformen Kortex (s.u.). Die Region unterhält einen starken Informationsaustausch mit Teilen des limbischen Systems (z.B. *Amygdala*, *Hippocampus*) und dem *Hypothalamus*. Außerdem bestehen jeweils Verbindungen zur kontralateralen Seite.

Die Fasern der *Stria lateralis* verlaufen zunächst entlang der *Substantia perforata anterior* an der Grenze zwischen unterem Frontallappen und Temporallappen, ziehen über einen Teil der Inselregion (*Limen insulae*), in der bereits ein Teil der Fasern terminiert, und enden schließ-

lich in zwei Hirnbereichen, die sich kaudal an das *Tuberculum olfactorium* im unteren, medialen Temporallappen anschließen: Zum einen terminieren sowohl die Axone von Mitral- als auch Büschelzellen in einen birnenähnlich geformten Hirnbereich, dem sogenannten piriformen Kortex (*Gyrus semilunaris* und *Gyrus ambiens*). Zum anderen ziehen Fasern der Mitralzellen in den lateralen Anteil des entorhinalen Kortex (Area 28), einem Teil des *Gyrus parahippocampalis* (Shipley & Reyes, 1991). Mit seinem medialen Teil umgibt er die *Amygdala* (periamygdaloider Kortex). Axone der *Stria lateralis* terminieren sowohl hier als auch in einem Teil der *Amygdala* (Nieuwenhuys, Voogd & van Huijzen, 1991). Häufig werden diese Hirnbereiche (z.T. gemeinsam mit dem *Tuberculum olfactorium* und dem *Nucleus anterior olfactorius*) unter dem Namen „Primärer olfaktorischer Kortex“ zusammengefasst (Nolte, 1999), da sie alle direkte Projektionen aus dem *Bulbus olfactorius* erhalten. Diese Rindengebiete gehören alle zum entwicklungsgeschichtlich ältesten Teil des Kortex, dem Paläokortex und haben überwiegend keinen sechsschichtigen Aufbau wie der Neokortex, sondern bestehen aus drei Schichten, weshalb sie histologisch zum Allokortex gerechnet werden.

Der piriforme und der entorhinale Kortex erhalten zahlreiche Afferenzen aus dem BO und dem NOA, die sogar den größten Anteil des Inputs dieser Regionen ausmachen. Zwischen den beiden Hirnbereichen bestehen zahlreiche bidirektionale ipsi- und kontralaterale Verbindungen. Als Transmitter für die synaptische Übertragung fungieren – wie auch in vielen neokortikalen Bereichen und im *Hippocampus* – Glutamat als der primäre erregende Botenstoff und GABA an inhibitorischen Synapsen (Haberly, 1998). Beide Strukturen projizieren auch zurück in den NOA und in den BO, wo sie hauptsächlich die Aktivität der inhibitorischen Körnerzellen beeinflussen (Haberly, 1998), die wiederum die Aktivität der Büschel und Mitralzellen modulieren (Shipley & Reyes, 1991, vgl. Abschnitt 2.1.2.2.1). Ein intensiver Informationsaustausch findet mit weiteren Strukturen des Limbischen Systems statt: So erreichen Geruchsinformationen mit einer Verschaltung im piriformen und anschließend im entorhinalen Kortex oder direkt durch Projektionen auf diesen über wenige Synapsen den *Hippocampus* (hier besonders *Subiculum* und CA1-Region des *Cornu ammonis*), der wiederum wechselseitige Verbindungen zur *Amygdala* und zum *Thalamus* unterhält (Nieuwenhuys, Voogd & van Huijzen, 1991). Außerdem projizieren olfaktorische Rindengebiete auf Teile der *Amygdala* (kortikale und mediale *Nuclei*), die wiederum Informationen an Teilbereiche des *Thalamus* (*Nucleus dorsomedialis*) und des *Hypothalamus* (medial und anterior) weitergibt.

Weitere Projektionsgebiete des primären olfaktorischen Kortex sind die Inselrinde (*Insula*) und verschiedene Gebiete innerhalb des orbitofrontalen Kortex (u.a. Brodmann-Areale 12 und 13) an der Unterseite des Frontallappens, die häufig als „sekundärer oder assoziativer olfaktorischer Kortex“ bezeichnet werden (Zald & Pardo, 2000; Zatorre & Jones-Gotman, 2000). Diese Zielregionen werden außerdem über eine Verschaltung im dorsomedialen Kern des *Thalamus* (*pars meganocellularis*) erreicht.

Die primären olfaktorischen Hirngebiete unterhalten weiterhin Verbindungen zu subkortikalen Gebieten wie dem *Nucleus basalis Meynert*, der *Area praeoptica*, und dem *Nucleus lateralis habenulae* (Zilles & Rehkämper, 1998). Ein wichtiges Zielgebiet von NOA, *Tuberculum olfactorium* und piriformem Kortex ist auch der *Hypothalamus* (vor allem *laterale Bereiche*), der von diesen Gebieten die meisten Afferenzen erhält. Subkortikale modulatorische Afferenzen erhalten die olfaktorischen Rindengebiete aus dem *Locus coeruleus* (noradrenerg), dem *Nucleus raphé* (serotonerg) und dem *Nucleus* des diagonalen Bandes von Broca (cholinerg und möglicherweise GABAerg). Abbildung 2.3 bietet einen Überblick über die an der Geruchsverarbeitung hauptsächlich beteiligten Hirnstrukturen sowie ihrer wichtigsten Verschaltungen. Aufgrund der Komplexität der olfaktorischen Informationsverarbeitung muss die Darstellung allerdings als schematische Vereinfachung betrachtet werden, die aus Gründen der Übersichtlichkeit nur ein unvollständiges Abbild der Realität bietet.

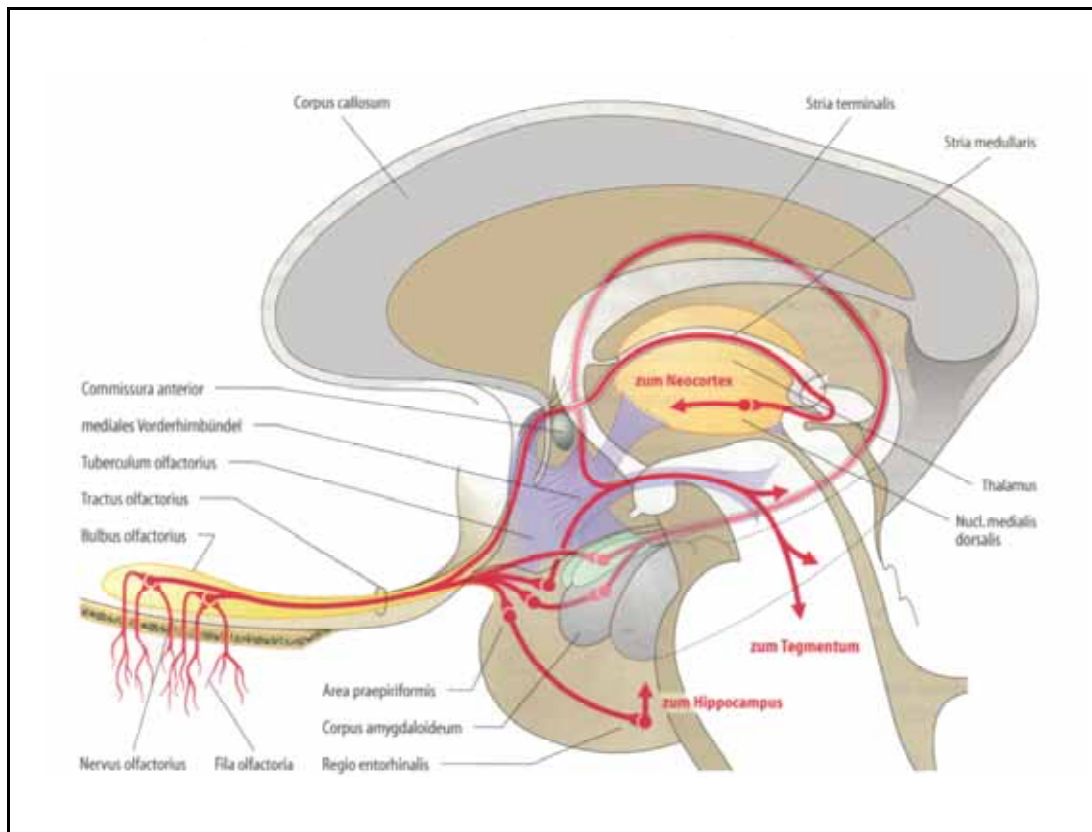


Abbildung 2.3 Vereinfachte schematische Darstellung der an der Geruchsverarbeitung beteiligten Hirngebiete und ihrer Verschaltungen (Birbaumer & Schmidt, 2003)

2.1.2.3 Funktionelle Organisation des olfaktorischen Systems

In einer umfangreichen Läsionsstudie mit 121 Patienten untersuchten Jones-Gotman und Zatorre (1993) die Beiträge von Strukturen des Temporal- und des Frontallappens bei einer olfaktorischen Gedächtnisaufgabe. Personen, denen entweder links- oder rechtsseitig Hirnbereiche aufgrund von Epilepsie oder Tumoren entfernt worden waren, sollten aus einer Reihe von Düften die Gerüche wiedererkennen, die ihnen entweder 24 Stunden, 20 Minuten oder unmittelbar vor dem Test birhinal präsentiert worden waren. Am meisten beeinträchtigt waren dabei Patienten, die rechtsseitig eine Schädigung des *Hippocampus*, *Gyrus parahippocampalis* und der *Amygdala* oder des orbitofrontalen Kortex (OFK) erlitten hatten. Die Beteiligung des OFK an der Gedächtnisaufgabe kann zum einen in der Diskrimination der Düfte liegen, ohne die ein korrektes Wiedererkennen kaum möglich ist. Zum anderen können durch die Entfernung dieser Struktur wichtige orbito-temporale Verbindungen verloren gehen, die für eine Weiterleitung olfaktorischer Gedächtnisinformationen entscheidend sind. Personen mit linksseitigen Läsionen unterschieden sich dagegen nicht von der gesunden Kontrollgruppe. Da die Patienten keine Erhöhung der Erkennungsschwelle aufwiesen, lassen sich die Befunde nicht auf rein sensorische Defizite zurückführen.

In einer weiteren groß angelegten Läsionsstudie stellte die Arbeitsgruppe um Zatorre und Jones-Gotman (Jones-Gotman, Zatorre, Cendes, Olivier, Anderman, Mc Mackin, Staunton, Siegel & Wieser, 1997) die Bedeutung des piriformen und entorhinalen Kortex und hier besonders des parahippocampalen und periamygdaloiden Bereichs heraus: Sie untersuchten die olfaktorische Identifikationsleistung von Patienten mit epileptischen Foci im Temporallappen und Personen, denen aufgrund ihrer Epilepsie Teile des Temporallappens entfernt worden waren. Unabhängig davon, ob die Personen überwiegend Schädigungen an neokortikalen oder mediobasalen Bereichen (*Amygdala*, *Hippocampus*, *Uncus*, *Gyrus parahippocampalis*) des Temporallappens erlitten hatten, zeigten sich alle Patienten beeinträchtigt.

1992 gelang es Zatorre, Jones-Gotman, Evans und Meyer erstmals mittels einer PET-Studie (Positronen-Emissions-Tomographie) bei elf Probanden eine beidseitige Aktivierung im piriformen Kortex bei birhinaler olfaktorischer Stimulation mit acht verschiedenen Gerüchen (z.B. Kirsche, Lavendel und Citronella) nachzuweisen. Darüber hinaus entdeckten sie auch im rechten orbitofrontalen Kortex (Area 11, in einer späteren Analyse sprechen die Autoren allerdings von Area 13; Zatorre & Jones-Gotman, 2000) einen erhöhten cerebralen Blutfluss, während sich im linken orbitofrontalen Kortex nur eine leichte Aktivitätssteigerung zeigte.

Yousem et al. (1997, vgl. Abschnitt 2.1.1) beobachteten mit der Methode des „*functional Magnetic Resonance Imaging*“ (fMRI) eine starke Aktivierung des rechten orbitofrontalen Kortex bei fünf Probanden während der Präsentation olfaktorischer und olfaktorisch-trigeminaler Reize. Die Tatsache, dass eine erhöhte Aktivität in den primären olfaktorischen Gebieten (piriformer und entorhinaler Kortex) in dieser Studie nicht gefunden wurde, führen die Autoren auf methodische Besonderheiten (Kontrollbedingung, Habituation) zurück.

Ebenso gelang es der Arbeitsgruppe um Royet in zwei PET-Studien (Royet, Hudry, Zald, Godinot, Gregoire, Lavenne, Costes & Holley, 2001; Royet, Koenig, Gregoire, Cinotti, Lavenne, Le Bars, Costes, Vigouroux, Farget, Sicard & Holley, 1999) mit insgesamt 27 männlichen Versuchsteilnehmern durch verschiedene olfaktorische Beurteilungsaufgaben eine Aktivierung orbitofrontaler Regionen auszulösen.

Die Probanden sollten die dargebotenen Düfte in der ersten Studie entweder nur detektieren oder sie hinsichtlich ihrer Bekanntheit bzw. Assoziation mit Nahrungsmitteln beurteilen (Royet et al., 1999). In der zweiten Studie sollten sie darüber hinaus eine Einschätzung bezüglich der Intensität und der Valenz der Düfte vornehmen (Royet et al., 2001). In beiden Untersuchungen zeigte sich bei der Beurteilung der Familiarität der Düfte eine ausgeprägte Aktivität im rechten OFK, die bei der reinen Erkennungsaufgabe nur gering war. Da die kognitive Aufgabe einen Vergleich des aktuell präsentierten Duftes mit früher gespeicherten Inhalten erfordert, stimmen die Ergebnisse mit denen aus dem Gedächtnisexperiment von Jones-Gotman und Zatorre (1993) überein, bei dem Patienten mit Schädigungen in diesem Bereich deutliche Leistungseinbußen zeigten.

Auch die Einschätzung der Valenz und der Nahrungsbezogenheit eines Geruches gingen mit einer Aktivierung des rechten OFK einher, die darauf beruhen könnte, dass Informationen über den Bekanntheitsgrad des Duftes zur Beurteilung der beiden anderen Dimensionen herangezogen oder gleichzeitig überprüft werden. Tatsächlich fanden Royet et al. (1999) einen Zusammenhang zwischen der Bekanntheit und den affektiven Eigenschaften eines Duftes dahingehend, dass ein Duft umso positiver und appetitlicher bewertet wurde, je besser er der Versuchsperson vertraut war. Eine andere Erklärung wäre, dass die Aktivität in diesem Bereich eine generelle Dimension der Verarbeitungstiefe widerspiegelt, wobei die Detektion und Intensitätseinschätzung eines Duftes die geringste und die Beurteilung der Familiarität die größte Tiefe erfordern, während die hedonischen Beurteilungen dazwischen fallen.

Weiterhin fanden die Autoren bei den Aufgaben zur Intensität, Familiarität, Valenz und Nahrungsbezogenheit eine Erhöhung des cerebralen Blutflusses in Teilen des (überwiegend linken) *Gyrus frontalis inferior* (Brodmann-Areal 45 und 47), die auf semantische Verarbeitungsaspekte bei diesen Aufgaben zurückzuführen sein könnte. Dieser Schritt könnte der letzte in der Identifikation eines Duftes sein und damit die Grundlage für dessen Benennung bilden. Außerdem war bei den beiden letztgenannten Aufgaben eine Beteiligung visueller Areale im Okzipitallappen (Brodmann-Areale 17, 18 und 19) sichtbar, die eine visuelle Imagination des Duftes widerspiegelt. Der Versuch, eine bildliche Vorstellung von der möglichen Duftquelle (z.B. Blumen, Früchte) zu generieren, kann vermutlich als Entscheidungshilfe dienen, um herauszufinden, ob der Duft von einem Nahrungsmittel stammt oder nicht. Das Fehlen einer sichtbaren Aktivität in primären olfaktorischen Kortexgebieten in beiden Studien erklären die Autoren mit der schnellen Habituation in diesen Arealen.

Die bereits in vielen Studien beschriebene Dominanz der rechten Hemisphäre (besonders des rechten OFK) für die olfaktorische Informationsverarbeitung (für einen Überblick siehe Zald & Pardo, 2000; Zatorre & Jones-Gotman, 2000) passt auch zu einer früheren Untersuchung von Zatorre und Jones-Gotman (1990) zur Geruchsdiskrimination. Die Autoren fanden bei 99 gesunden Probanden eine bessere Unterscheidungsleistung zwischen je zwei ähnlichen Düften, wenn die Reize rechts statt links präsentiert wurden. Diese Seitendifferenz war unabhängig von dem Geschlecht, der Händigkeit oder Sprachlateralisierung der Versuchsteilnehmer. Auch unterschiedliche Erkennungsschwellen für beide Nasenlöcher konnten den Effekt nicht erklären, da sich hier keine Differenzen in den Schwellenwerten für Phenylethylalkohol (Rosenduft) ergaben.

Zu einem anderen Ergebnis kamen allerdings Hummel, Mohammadian und Kopal (1998), die einen Zusammenhang zwischen der Überlegenheit einer stimulierten Seite und der Händigkeit der untersuchten Teilnehmer fanden. Dabei hatten die linkshändigen Versuchspersonen eine bessere Diskriminationsleistung bei einer links- statt einer rechtsseitigen Darbietung. In diesem Fall waren sie auch besser als die rechtshändigen Probanden, die bei einer rechtsseitigen Stimulation bessere Leistungen erzielten als bei einer linksseitigen. Wiederum ergaben sich für die Detektionsschwellen der Teilnehmer keine Gruppen- oder Seiteneffekte. Diese Ergebnisse weisen auf eine Lateralität der olfaktorischen Verarbeitung bei komplexeren kognitiven Aufgaben hin, bei denen die entsprechende Dominanz einer Hand eine Rolle spielen könnte. Auch die Ergebnisse von Zatorre und Jones-Gotman (1990) lassen sich auf diese Weise interpretieren, da bei einer linksseitigen Präsentation ein größerer Anteil von Links- als von Rechtshändern die Düfte besser differenzieren konnte, während es bei der rechtsseitigen Darbietung umgekehrt war.

Eine starke Beteiligung der linken Hemisphäre bei der Geruchsverarbeitung konnte bereits wiederholt bei der Präsentation von Reizen demonstriert werden, die eine starke affektive Komponente besitzen und demnach als extrem angenehm oder unangenehm erlebt werden (Royet, Zald, Versace, Costes, Lavenne, Koenig & Gervais, 2000). Dabei hängt die Aktivierung linksseitiger Strukturen nicht davon ab, ob die Person eine rein hedonische Bewertung des Duftes vornimmt oder nicht. In den Studien von Royet et al. (1999, 2001) kam es beispielsweise zu einer deutlichen Aktivitätssteigerung des linken OFK bei der Bearbeitung der Aufgaben zur Intensität und zur Bekanntheit der Gerüche, wobei sich die Aktivität bei der Valenzbeurteilung noch erheblich erhöhte und bei der Detektion sowie der Einschätzung der Nahrungsbezogenheit wesentlich geringer ausfiel.

Ebenso fanden Zald und Pardo (1997) in einer PET-Studie mit 12 Probandinnen bei extrem aversiven Gerüchen eine gesteigerte Aktivität im linken OFK, die auch noch bei moderat unangenehmem Reizen nachweisbar war. Diese Aktivierung korrelierte signifikant mit der subjektiven Valenzbeurteilung der Teilnehmerinnen dahingehend, dass die Aktivität umso höher war, je negativer der Geruch beurteilt wurde.

Besonders hervorzuheben ist an dieser Studie weiterhin, dass sich bei sehr unangenehmen Gerüchen eine starke Erhöhung des cerebralen Blutflusses auch beidseitig in der *Amygdala* zeigte, wobei sich der aktivierte Bereich auf der linken Seite lateral bis zur Inselregion ausweitete. Auch für dieses Gebiet ergab sich ein Zusammenhang der Aktivierung mit der Aversivität der Reize, so dass die Aktivität im linken OFK und in der linken *Amygdala* ebenfalls miteinander korrelierten und somit als funktionell ähnlich anzusehen sind. Bei weniger unangenehmen Stimuli unterschied sich die *Amygdala*-Aktivität allerdings nicht von der Kontrollbedingung (kein Duft).

In einer weiteren PET-Studie konnten auch Royet et al. (2000) eine erhöhte Aktivierung im linken orbitofrontalen Kortex für positive und negative olfaktorische Stimuli feststellen. Während diese Region allerdings auch bei emotionalen auditorischen und visuellen Stimuli aktiviert war, fand sich nur für Geruchsreize zusätzlich eine bilaterale Aktivität der *Amygdala*. Die für alle drei Modalitäten gefundene emotionsinduzierte Aktivität des OFK unterstreicht seine Funktion für die Evaluation und Repräsentation des Belohnungswertes eines Reizes, die besonders von der Arbeitsgruppe um Rolls intensiv erforscht wurde (siehe Abschnitt 2.1.3). Obwohl die *Amygdala* als entscheidend für die Verarbeitung von Emotionen angesehen wird, konnte ihre Aktivität in dieser Studie nur bei olfaktorischen Stimuli nachgewiesen werden. Die Autoren führen dies darauf zurück, dass Gerüche stärker als Stimuli anderer Modalitäten den emotionalen Zustand eines Individuums beeinflussen können, da die Verbindungen zwischen geruchsverarbeitenden Hirnarealen und dem Limbischen System (und hier besonders der *Amygdala*) sehr ausgeprägt und eng sind.

Obwohl in diesen Untersuchungen eine deutliche Beteiligung linkshemisphärischer Strukturen demonstriert werden konnte, war in der Studie von Zald und Pardo (1997) die Aktivität in den Bereichen auf der rechten Seite (OFK und *Amygdala*) insgesamt betrachtet höher als auf der linken Seite, so dass nach wie vor von einer Dominanz der rechten Hemisphäre bei der Geruchsverarbeitung ausgegangen werden kann (Zald und Pardo, 2000; Zatorre & Jones-Gotman, 2000). Es lässt sich annehmen, dass in Ruhe oder bei der Detektion von Gerüchen eine funktionelle Kopplung zwischen dem rechten und dem linken OFK besteht, die bei der Wahrnehmung aversiver Gerüche zusammenbricht. In diesem Fall scheinen die beiden Hirnregionen unterschiedliche Funktionen bei der Reizverarbeitung zu übernehmen.

Einen weiteren wichtigen Beitrag zum Verständnis der Rolle des piriformen und entorhinalen Kortex bei der Geruchswahrnehmung leistete die Arbeitsgruppe um Sobel mit zwei aktuellen fMRI-Studien (Sobel, Prabharakan, Desmond, Glover, Goode, Sullivan & Gabrieli, 1998; Sobel, Prabharakan, Zhao, Desmond, Glover, Sullivan & Gabrieli, 2000). Die Autoren konnten in beiden Studien eine duftbezogene Aktivität in verschiedenen Hirnregionen wie dem OFK, der Inselregion und Bereichen des Limbischen Systems (*Amygdala*, *Hippocampus*, *Thalamus*) zeigen. Auch in den Gebieten des NOA und des olfaktorischen Tuberkels war eine Aktivitätssteigerung messbar (Sobel et al., 2000).

Darüber hinaus war während der Duftpräsentation eine Aktivierung des piriformen Kortex und weiterer ventraler Strukturen des Temporallappens (entorhinaler und periamygdaloider Kortex) eindeutig nachweisbar. Diese Aktivitätssteigerung war allerdings nur im ersten von vier Präsentationsblöcken sichtbar (Sobel et al. 2000) und nahm dann über den weiteren Verlauf der Darbietung innerhalb von etwa 30 bis 40 s wieder auf den Baseline-Wert ab. Während in diesem Bereich also eine starke Habituation beobachtet werden konnte, änderte sich die Aktivität in den lateralen Regionen des OFK ebenso wenig wie die korrekte Detektion (> 90 %) der Gerüche. Die Autoren nehmen an, dass bei anhaltender Stimulation der piriformen Kortex die Funktion eines „Änderungs-Detektors“ übernimmt, so dass nur bei einer Veränderung des Duftreizes eine Antwort ausgelöst wird. Weiterhin spricht dieser Befund für die Annahme, dass auch die Gebiete des „sekundären olfaktorischen Kortex“ (Inselrinde, OFK) direkte Projektionen aus dem *Bulbus olfactorius* erhalten, die nicht über den „primären olfaktorischen Kortex“ verschaltet werden.

Als eine entscheidende Erweiterung der Kenntnisse über die Funktion des „primären olfaktorischen Kortex“ lässt sich die Entdeckung bewerten, dass es zu einer Aktivitätssteigerung in entsprechenden Arealen kommt, wenn der Proband durch eine bewusste Inhalation versucht, einen Geruchsreiz wahrzunehmen. Durch dieses Schnüffeln oder Schnupern werden auch in Abwesenheit einer olfaktorischen Stimulation Bereiche des piriformen, entorhinalen und parahippocampalen Kortex aktiviert. Dabei konnten Sobel et al. (1998) zeigen, dass diese Aktivierung durch eine somatosensorische Stimulation infolge des Luftstroms in der Nase ausgelöst wird und sich nicht auf die motorische Komponente des Schnüffeln zurückführen lässt. Sobel et al. (2000) nehmen nach einer Replikation ihrer Ergebnisse an, dass es sich bei dieser Aktivierung um eine hochamplitudige γ -Oszillation (40 – 60 Hz) handeln könnte. Diese dient vermutlich der Verarbeitung von Informationen über die Dauer und das Volumen des Luftstroms sowie über die Fließgeschwindigkeit, so dass eine exaktere olfaktorische Duftrepräsentation aufgebaut werden kann. In diesem Sinne könnte die Bereitstellung von Aufmerksamkeit, die durch das Schnüffeln reflektiert wird, ein *priming* für Gerüche darstellen und somit die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass ein Duft durch das olfaktorische System detektiert wird (Sobel et al., 1998). Unterstützt wird diese Interpretation auch durch ein Ergebnis von Laing (1986), der in einer Reihe von Experimenten zeigen konnte, dass Menschen in der Lage sind, Gerüche mittels einer einmaligen, kurzen Inhalation (*single sniff*) nicht nur zu detektieren, sondern auch korrekt zu identifizieren.

Eine besondere Bedeutung messen viele Autoren (z.B. Ketchum & Haberly, 1991; Laurent, 1997; Sobel, 2000) nicht nur der räumlichen Kodierung von Düften (welche *Glomeruli* im *Bulbus olfactorius* wurden erregt), sondern vor allem auch der zeitlichen Kodierung (temporales Muster von Aktivität und Inaktivität einzelner Neurone bei verschiedenen Düften) bei.

Da die Afferenzen der *Stria lateralis* über den gesamten Bereich des primären olfaktorischen Kortex ziehen, erhalten diese Hirnregionen ihre Informationen teilweise direkt und teilweise

über Kollaterale der Axone. Die Erregung verläuft daher im anterioren Bereich des piriformen Kortex überwiegend synchron, während sich in den posterioren Gebieten eine zeitliche Verzögerung von rostral nach kaudal ergibt (Ketchum & Haberly, 1991). Über die intensiven assoziativen Verknüpfungen kann gleichzeitig eine rückläufige Aktivierung erfolgen, so dass Neurone gleichzeitig durch afferente und assoziative Bahnen erregt werden. Durch eine oszillierende Aktivität können die Eingangssignale zeitlich gekoppelt werden, wodurch eine zeitliche Ordnung entsteht. Es kann somit sein, dass weniger die Anzahl beteiligter Neurone als vielmehr das zeitliche Muster ihrer Erregung oder Hemmung (*ensemble coding*) Aufschluss über die Wahrnehmung bestimmter Duftstoffe liefert (Laurent, 1997). Gestützt wird diese These besonders durch eine durch Inhalation induzierte oszillierende γ -Aktivität, da durch die phasengleiche Erregung oder Inhibition mehrerer konvergierender Neurone komplexe Muster detektiert oder gespeichert werden können.

Auf diese Weise lässt sich auch erklären, warum in bildgebenden Verfahren während einer Duftpräsentation nicht immer eine Aktivitätssteigerung in den primären olfaktorischen Rindengebieten zu finden war. Wird beispielsweise in der Kontrollbedingung, geruchlose Luft in der Inhalationsphase vorgegeben, so kann die hierdurch ausgelöste Aktivierung bereits ähnlich hoch sein wie in der Stimulationsbedingung. Wird nun anschließend mit der Subtraktionsmethode die Kontroll- von der Experimentalbedingung abgezogen, zeigt sich hier keine Aktivitätssteigerung.

Zusammenfassend weisen die dargestellten Befunde darauf hin, dass die Begriffe „primärer“ und „sekundärer sensorischer Kortex“ in Bezug auf das olfaktorische System nicht analog zu den Bezeichnungen in anderen Sinnessystemen verwendet werden können: Primäre sensorische Leistungen wie beispielsweise die Detektion eines Geruchs findet bereits vor der Ebene des primären olfaktorischen Kortex statt. Dieser wiederum kann aufgrund seiner afferenten und assoziativen Verschaltungen bereits höhere Funktionen wie Duftdiskrimination und Duftgedächtnis (*content addressable memory*, Haberly, 1998; Ketchum & Haberly, 1991) erfüllen. Zudem ist er an der Verarbeitung und Integration olfaktorischer und multimodaler Informationen beteiligt und kann somit schon zum assoziativen olfaktorischen Kortex gezählt werden (Eichenbaum, 1996; vgl. hierzu auch Haberly, 2001).

2.1.2.4 Anatomische und funktionelle Merkmale des Geruchssystems

2.1.2.4.1 Anatomische und physiologische Merkmale des olfaktorischen Systems

Das olfaktorische System weist eine Reihe von Besonderheiten auf, die vor allem im Vergleich zu anderen sensorischen oder motorischen Systemen deutlich werden. Im Folgenden sollen zunächst spezielle Aspekte der Peripherie, anschließend Merkmale der zentralnervösen Geruchsverarbeitung aufgezeigt werden.

Eine hervorzuhebende Eigenschaft des Geruchssinns auch beim Menschen ist seine hohe Empfindlichkeit, die sogar technische Messgeräte, wie z.B. Gaschromatographen übertreffen kann (Doty, 1991). Getchell und Getchell (1991) geben in Abhängigkeit vom Duftstoff eine Wahrnehmungsschwelle von 10^{-5} bis 10^{-9} Mol an. Beispielsweise kann ein Geruchseindruck für Äthylmercaptan bereits bei einer Konzentration von 10^{-13} g (= 10^9 Moleküle in 1 ml Luft) nachgewiesen werden. Die faulige Qualität des Geruchs ist allerdings erst bei höheren Konzentrationen wahrnehmbar (Fruhstorfer, 1996). Begründen lässt sich dies durch die Tatsache, dass bereits die Bindung eines einzelnen Geruchsmoleküls an ein Rezeptorprotein die Freisetzung einer großen Anzahl von cAMP-Molekülen bewirkt und so bereits eine Depolarisation des Rezeptorpotentials entstehen kann (Fruhstorfer, 1996; Hatt, 2001a).

Eine weiteres Merkmal des olfaktorischen Epithels ist die lebenslange Erneuerung der olfaktorischen Nervenzellen (Eichenbaum, 1996). So können die Basalzellen sich permanent mitotisch teilen (Birbaumer & Schmidt, 1996) und anschließend wieder degenerieren, wobei bisher ungeklärt ist, wie es den Axonen dieser Zellen gelingt, im *Bulbus olfactorius* immer wieder in die „richtigen“ *Glomeruli* zu finden.

Besonders bemerkenswert ist auch die enorme Vielfalt unterscheidbarer Gerüche, die durch eine große Anzahl verschiedener Rezeptortypen bzw. Rezeptorproteine im olfaktorischen System bedingt ist (vgl. Abschnitt 2.1.2.1.2). Während sich in der Retina lediglich drei verschiedene Typen von Photorezeptoren befinden und für den Geschmackssinn über Mechanismen zur Unterscheidung von fünf (Smith & Margolskee, 2001) bis sieben verschiedenen Geschmacksqualitäten diskutiert wird (Hatt, 1993b, 2001b), kann der menschliche Geruchssinn bis zu 10 000 verschiedene Duftnoten differenzieren (Axel, 1995). Diese Leistung ist zum einen darauf zurückzuführen, dass bei Säugetieren etwa 1000 verschiedene Gene für Rezeptorproteine identifiziert werden konnten (Axel, 1995). Buck und Axel (1991) vermuten, dass sich dieser *Polymorphismus* erst im Laufe der Evolution entwickelte, da Studien an Wirbellosen und niederen Wirbeltieren eine geringere Genvielfalt (Fische verfügen beispielsweise über etwa 100 Rezeptorproteine) ergaben.

Die beträchtliche Anzahl verschiedener Rezeptorproteine bei Säugetieren entspricht ca. 1 - 3 % des gesamten Genoms, worin sich auch die große Bedeutung des Geruchssinns für das Überleben und die Fortpflanzung einer Art widerspiegelt. Eine olfaktorische Sinneszelle

exprimiert dabei nur jeweils ein Rezeptorprotein (Axel, 1995; Shepherd, 1994), wobei sich ein bestimmtes Rezeptorprotein bei Säugetieren jeweils in etwa 0.1 % aller olfaktorischen Sinneszellen befindet. Außer einer groben Einteilung der Neurone anhand ihrer Rezeptorproteine in vier Zonen, weisen diese Zellen keine feiner gegliederte topographische Verteilung auf. Allerdings zeigt sich bei der Konvergenz ihrer Axone in den *Glomeruli*, dass in einem Glomerulus jeweils nur Axone von Zellen projizieren, die dasselbe Rezeptorprotein tragen (Axel, 1995) und dass eine Sinneszelle jeweils nur auf einen einzigen Glomerulus projiziert (Shepherd, 1994), so dass durch diese räumliche Anordnung bereits eine erste Geruchsverarbeitung (z.B. Duftdiskrimination) ermöglicht wird.

Zum anderen können allerdings Duftmoleküle mit unterschiedlichen Rezeptorproteinen interagieren, da sie aufgrund ihrer räumlichen Struktur über mehrere Bindungsstellen verfügen. Es lässt sich vermuten, dass zunächst nur die Neurone ansprechen, deren Rezeptorproteine die höchste Affinität für eine bestimmte Bindungsstelle des Duftmoleküls haben. Bei Erhöhung der Duftkonzentration werden dann allmählich auch Sinneszellen mit geringerer Affinität rekrutiert (Shepherd & Greer, 1998). Somit lässt sich auch erklären, dass die olfaktorischen Sinneszellen relativ unspezifisch reagieren, so dass bei einer Reihe von Gerüchen aus einer Testbatterie 50 – 75 % der Neurone auf einen oder mehrere Düfte ansprechen (Getchell & Getchell, 1991). Dabei scheint die Spezifität der Neurone mit zunehmender Reifung allerdings zuzunehmen. Außerdem reagiert eine einzelne olfaktorische Sinneszelle nur auf einen begrenzten Konzentrationsbereich eines bestimmten Duftstoffes (Shepherd, 1994).

Bei der ersten zentralnervösen Verschaltung der Geruchsinformation fällt die hohe Konvergenz der Axone der olfaktorischen Sinneszellen im *Bulbus olfactorius* auf: So treffen die Axone der 10 – 25 Mio. Neurone auf etwa 3000 – 10 000 *Glomeruli* (Deetjen & Speckmann, 1992). Hier werden sie auf die Dendritenbäume von jeweils ca. 100 Nervenzellen zweiter Ordnung (Mitral- und Büschelzellen, Periglomerularzellen) verschaltet (Bear, Connors & Paradiso, 1996). Dabei projizieren alle olfaktorischen Sinneszellen, die denselben Rezeptortyp tragen, nur auf 1 bis 3 verschiedene *Glomeruli* (s.o.), so dass diese eine hohe funktionelle Spezifität besitzen und mit den Säulen in anderen Kortexarealen (z.B. beim visuellen System) vergleichbar sind (Shepherd & Greer, 1998). Eine Mitralzelle erhält somit Informationen von ca. 10 000 Rezeptoraxonen (Hudson & Distel, 2002). Dies trägt zur einer erhöhten Empfindlichkeit und einer Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses bei und erlaubt auch die Detektion sehr schwacher Signale (s.o.).

Gegenüber der exakten räumlichen Anordnung der Projektionen der olfaktorischen Sinneszellen im *Bulbus olfactorius*, scheint sich diese Punkt-zu-Punkt-Verschaltung nicht innerhalb der weiteren olfaktorischen Rindengebiete fortzusetzen (Eichenbaum, 1996; Haberly, 1998).

Neben dieser weitgehend fehlenden Topographie des olfaktorischen Systems (Hudson & Distel, 2002) kann als eine weitere Besonderheit die überwiegend ipsilaterale Verarbeitung angesehen werden. Im Gegensatz zu motorischen und somatosensorischen Systemen, die

hauptsächlich kontralaterale Verbindungen aufweisen, beinhaltet das olfaktorische System wesentlich umfangreichere ipsilaterale Verbindungen (Haberly, 1998; Nolte, 1999).

Ein weiterer Unterschied zwischen dem olfaktorischen und anderen Sinnessystemen besteht in der Beteiligung thalamischer Strukturen an der Weiterleitung und Verarbeitung der Informationen. Während Afferenzen aus anderen Sinnessystemen (meist nach einer ersten Verschaltung im Hirnstamm) erst den *Thalamus* passieren, bevor sie primäre kortikale Projektionsgebiete erreichen, gelangen die Informationen aus dem *Bulbus olfactorius* direkt in andere Kortexstrukturen (Hudson & Distel; 2002; Nolte, 1999) und werden erst auf einer späteren Verarbeitungsebene in den *Thalamus* weitergeleitet. Diese Besonderheit des olfaktorischen Systems wird auf seine evolutionsbiologisch frühe Entwicklung zurückgeführt, die vor der Entstehung der thalamo-kortikalen Verschaltung in den anderen sensorischen Systemen stattgefunden haben muss (Eichenbaum, 1996).

2.1.2.4.2 Funktionelle Merkmale bei der Geruchswahrnehmung und -verarbeitung

Als ein typisches Merkmal des olfaktorischen Systems lässt sich die fehlende Identifizierbarkeit einfacher Reizeigenschaften nennen, die eine Vorhersage einer Empfindung oder eines Verhaltens erlauben (Eichenbaum, 1996; Shepherd, 1991). Während sich in den anderen Sinnesmodalitäten solche sogenannten *primitives* ohne Probleme charakterisieren lassen (Frequenz und Amplitude bei auditorischen Stimuli, Wellenlänge und Luminanz bei visuellen Stimuli), sind für Geruchsreize bereits zahlreiche mögliche chemische und physikalische Parameter (z.B. Molekulargewicht oder -schwingung, räumliche Molekülstruktur, chemische Reaktion zwischen Rezeptor und Duftmolekül) untersucht worden, die jedoch keinen eindeutigen Rückschluss auf die wahrgenommene Duftqualität zulassen. Es zeigt sich beispielsweise, dass einerseits geringfügige Änderungen der Molekülstruktur zu einer deutlichen Änderung des Dufteindrucks führen können (Shepherd, 1991), während andererseits Moleküle aus unterschiedlichen funktionellen Gruppen sehr ähnlich riechen können (Goldstein, 1997). Weiterhin können chemische Isomere (räumlich spiegelverkehrte Moleküle desselben Elements) unterschiedlich riechen: Die linksdrehende Form von Carvon wird als minzig wahrgenommen, während die rechtsdrehende Form dem Geruch von Kümmel ähnelt (MacLeod, 1980, zitiert nach Hudson & Distel, 2002). Entgegen der Annahme, es gebe überhaupt keine *primitives* für Gerüche, geht Eichenbaum (1996) daher davon aus, dass es zu viele gibt, um sie in einem einheitlichen Klassifikationsschema zu ordnen. Hinzu kommt, dass sich jedes Duftmolekül durch eine Reihe von verschiedenen Eigenschaften charakterisieren lässt, deren einzigartige Kombination und Interaktion miteinander den Dufteindruck bestimmt.

Eine weitere Eigenart der olfaktorischen Wahrnehmung ist die Abhängigkeit des Qualitätseindrucks von der Konzentration eines Duftstoffs (Burdach, 1988; Hatt, 1993a, 2001a). So kamen Gross-Iseroff und Lancet (1988) in zwei ähnlichen Experimenten mit einer Reihe von

Duftstoffen (z.B. Citral, Benzaldehyd, Geraniol) zu folgendem Ergebnis: Die Probanden beurteilten in einem Paarvergleich Proben derselben Substanz als unterschiedlich, wenn es sich um unterschiedliche Konzentrationsstufen handelte. Waren die Verdünnungsverhältnisse in beiden Proben gleich, konnten die Probanden die Düfte dagegen nahezu fehlerfrei als ähnlich einstufen.

Geht man darüber hinaus von etwa 10 000 Primärgerüchen (s.o.) aus, die häufig in Geruchsmischungen auftreten, so lässt sich nachvollziehen, dass es bisher nicht gelungen ist, eine einheitliche und umfassende Klassifikation der unterschiedlichen Duftqualitäten vorzunehmen. Trotz zahlreicher Versuche (u.a. von Lineau, 1756; Zwaardemaker, 1895 oder Henning, 1916; für einen Überblick siehe Burdach, 1988; Doty, 1991), die bis in die Antike zurückreichen, scheinen die einzelnen Klassifikationssysteme die Gesamtheit der möglichen Duftqualitäten nicht erschöpfend abzubilden und eher nach heuristischen Prinzipien entworfen zu sein. Auch die noch heute häufig zitierte „stereochemische Theorie“ von Amoore (1952, zitiert nach Doty, 1991), nach der sich sieben Primärgerüche anhand ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften unterscheiden lassen sollen, gilt heute in Anbetracht der obengenannten Besonderheiten der Geruchswahrnehmung als überholt (Doty, 1991).

In Hinblick auf die funktionellen Besonderheiten des olfaktorischen Systems ist weiterhin das Geruchsgedächtnis von Interesse. Dabei muss unterschieden werden zwischen dem Gedächtnis für Gerüche und der Rolle, die Düfte als Hinweisreize für den Abruf anderer Gedächtnisinhalte spielen (Herz & Engen, 1996). Von vielen Autoren wird betont, dass Gerüche wesentlich intensivere und „lebendigere“ Erinnerungen an bestimmte Situationen oder Lebensereignisse wecken können als andere sensorische Stimuli (Eichenbaum, 1996; Engen, 1991; Schab & Cain, 1991). Dabei sind Erinnerungen stärker emotional getönt, wenn sie durch Gerüche evoziert werden als bei einem über visuelle, taktile oder verbale Reize vermittelten Gedächtnisabruf (für einen Überblick siehe Herz & Engen, 1996). Dies lässt sich vermutlich unter anderem darauf zurückführen, dass eine sehr enge Verbindung zwischen dem olfaktorischen und dem limbischen System (hier besonders der *Amygdala*) besteht. Aus diesem Grund kommt es bei der Wahrnehmung von Gerüchen häufig auch zu einer spontanen hedonischen Bewertung, unabhängig davon, ob der Duft korrekt erkannt oder identifiziert werden kann. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass Düfte erst durch Erfahrungen und soziokulturelle Einflüsse eine positive oder negative Konnotation erhalten und nur wenige Gerüche per se als angenehm oder unangenehm eingeschätzt werden (Burdach, 1988). Beispielsweise verwendet man in Indien zur Verfeinerung von Speisen ein Gewürz, das Europäer als ekel-erregend beschreiben würden (Fruhstorfer, 1996). Allerdings werden bekannte Gerüche meist positiver eingeschätzt als unbekannte (Engen, 1991). Engen, Gilmore und Mair (1991) unterstreichen die Bedeutung des Lernens bei der Entwicklung von Geruchspräferenzen oder -aversionen, indem sie die Geruchswahrnehmung in Hinblick auf hedonische Beurteilungen als *Tabula rasa* bezeichnen, da ein Duft in der Regel keine unmittelbare motivationale Bedeutung besitzt. Ein Ergebnis von Ehrlichman und Halpern (1988) belegt, dass Gerüche nicht nur

hauptsächlich anhand ihrer Valenz beurteilt werden (Burdach, 1988; Hudson & Distel, 2002), sondern darüber hinaus auch Stimmungen oder Emotionen evozieren können. So fanden die Autoren in einem Experiment zur Emotionsinduktion heraus, dass ihre Probandinnen mehr positive als negative Erinnerungen an Erlebnisse generierten, wenn ihnen ein angenehmer Duft präsentiert wurde. Dagegen wurden mehr negative als positive Gedächtnisinhalte berichtet, wenn die Personen einem unangenehmen Geruch ausgesetzt waren. Als Hinweisreize für die Gedächtnisaufgabe dienten neutrale Worte. Daher wussten die Teilnehmerinnen während der beiden Versuchsphasen des Gedächtnisabrufs (mit Duft) und der Bewertung der erinnerten Erlebnisse als positiv oder negativ (ohne Duft) nicht, dass der Einfluss des jeweiligen Geruchs auf ihre Stimmung und die affektive Tönung der Gedächtnisinhalte untersucht wurde. Obwohl viele Frauen den entsprechenden Duft nur als moderat angenehm oder unangenehm wahrnahmen, ließen sich die beschriebenen Effekte für die Gesamtstichprobe nachweisen. Sie zeigten sich aber bei Personen mit extremeren Bewertungen weitaus deutlicher. Die Autoren betonen, dass die Emotionsinduktion in dieser Studie die Beteiligung kognitiver Prozesse (wie z.B. Selbstzweifel oder -abwertung bei Emotionsinduktion durch Misserfolgs-erlebnisse oder negative Selbstaussagen) nahezu ausschließt. Gerüche können also weitgehend frei von kognitiven Verarbeitungsmechanismen die emotionale Lage einer Person verändern und darüber hinaus auf ihre Gedächtnisprozesse wirken.

Gegenüber dem hohen Potential, das wahrgenommene Gerüche für das Hervorrufen von assoziierten Gedächtnisinhalten haben, steht die mangelnde Fähigkeit, sich einen Duft (realitätsgetreu) vorzustellen (Engen, 1991; Herz & Engen, 1996).

In Bezug auf das Gedächtnis für Gerüche muss zunächst betont werden, dass bislang nur Studien zur Wiedererkennungslleistung (*recognition*) zuvor gelernter Gerüche existieren, während sich die unmittelbare Wiedergabe (*recall*) vermutlich gar nicht oder nur in Zusammenhang mit bildgebenden Verfahren sinnvoll überprüfen lässt. Experimente zum Geruchsgedächtnis bestehen daher meist aus den folgenden zwei Phasen: In einer Lernphase werden eine Reihe von Zielgerüchen vorgegeben und in einer späteren Wiedererkennungsphase sollen die Zieldüfte entweder im Paarvergleich oder in wechselnder Folge aus einer Reihe von Distraktordüften herausgefunden werden. Im Rahmen dieser Experimente wurde auch häufig die Identifikationsleistung für Gerüche und deren Bedeutung für die korrekte Erinnerung untersucht. Dabei wurde wiederholt festgestellt (Überblick bei Schab & Cain, 1991), dass die Identifikationsleistung (Benennung des Dufts ohne Zusatzhinweise) selbst bei Alltagsgerüchen eher gering ist: Nur etwa 50 % der Düfte werden korrekt benannt, während für die andere Hälfte Bezeichnungen von mehr oder weniger passenden Objekten gegeben wurden (z.B. Kirsche oder Sojasauce für Erdbeerduft). Weiterhin konnte gezeigt werden, dass Personen, denen ein Duft gemeinsam mit einer bestimmten Bezeichnung präsentiert wird, den Duft auch entsprechend seines Labels wahrnehmen, selbst wenn dieses nicht korrekt ist.

Obwohl viele Studien belegen, dass es zu einer Verbesserung der Gedächtnisleistung für Gerüche kommt, wenn während der Lernphase die Geruchsbezeichnungen mitgelernt werden

(Überblick bei Herz und Engen, 1996; Schab & Cain, 1991), gehen Herz und Engen aufgrund zahlreicher gegenteiliger Befunde nicht davon aus, dass eine verbale Kodierung für das Geruchsgedächtnis essentiell ist. Sie nehmen an, dass die Verbindung zwischen Wahrnehmung und Sprache für Gerüche weniger eng ist als bei anderen Sinnesreizen und dass der sensorischen und der verbalen Verarbeitung von Gerüchen unabhängige Prozesse zu Grunde liegen.

Ein weiterer Aspekt, der das Geruchsgedächtnis von den anderen Sinnesmodalitäten unterscheidet, ist seine hohe zeitliche Stabilität. Während die Wiedererkennungslleistung für Gerüche bereits wenige Sekunden nach der Lernphase mit ca. 65 – 85 % richtig erkannter Düfte deutlich schlechter ist als in anderen Modalitäten, zeigt sich über einen Verlauf bis zu einem Jahr im Gegensatz zu anderen gelernten Stimuli kein nennenswertes Absinken der Leistung. Ähnlich gute Gedächtnisleistungen fanden sich in der visuellen Modalität nur für abstrakte Formen und Gesichter, nicht aber für komplexe Bilder (Herz & Engen, 1996; Schab & Cain, 1991). Diese Befunde sprechen dafür, dass Gerüche trotz ihrer Komplexität als einheitliche, distinkte Ereignisse ohne redundante Informationen abgespeichert werden, so dass sich ihre Eigenschaften nicht wie bei verbalen oder piktoralen Stimuli in verschiedenen semantisch assoziativen Netzwerken überlagern. Eine derartige Annahme passt sowohl zu dem hohen Gedächtnisverlust in der Enkodierungsphase als auch zu der nahezu perfekten Speicherung einmal enkodierter Inhalte. Hinzu kommen Befunde, die belegen, dass die Rolle einer retroaktiven Hemmung für olfaktorische Gedächtnisinhalte zu vernachlässigen ist, während der proaktiven Hemmung eine besondere Bedeutung zukommt. Eine einmal gelernte Assoziation zwischen einem Geruch und einem bestimmten Kontext wird demnach auch dann aufrechterhalten, wenn der Geruch später wiederholt in anderen Kontexten wahrgenommen wird (Engen, 1991). Dabei kann eine dermaßen beständige Assoziation bereits bei einer einmaligen, inzidentellen Lernerfahrung entstehen und stärker sein als eine intentional gelernte Verknüpfung. Engen, Gilmore und Mair (1991) fassen diese Besonderheiten folgendermaßen zusammen: *„Odor perception is better characterized as a system designed not to forget rather than one designed to remember.“* (Engen, Gilmore & Mair, 1991, p. 318)

Diese Eigenschaften der olfaktorischen Reizverarbeitung und -gedächtnisbildung sind von besonderer funktioneller Bedeutung: Da die Wahrnehmung und Einordnung von Gerüchen als „gut“ oder „schlecht“ das Überleben des Individuums sichern kann, müssen grundsätzliche negative oder positive Erfahrungen, die in Zusammenhang mit einem bestimmten Geruch aufgetreten sind, auf Dauer erinnert werden. Düfte, die mit Gefahr assoziiert sind (Brandgeruch, Geruch giftiger Pflanzen) werden so in Zukunft schnell identifiziert und können gemieden werden, während Düfte mit positiver hedonischer Tönung (Duft kalorienreicher Speisen) ein Annäherungsverhalten auslösen können.

Eine weitere Besonderheit, die ebenfalls entscheidend für die Warn- und Überwachungsfunktion des olfaktorischen Systems ist, liegt in der deutlichen und schnellen Adaptation der Wahrnehmung bei Dauerstimulation mit derselben Duftsubstanz. Diese Sensibilitätsminderung erlaubt es dem Organismus, Änderungen (andere Gerüche) schneller wahrzunehmen

und neue Informationen besser zu verarbeiten. Ein Adaptationseffekt zeigt sich sowohl in einer Erhöhung der Detektionsschwelle und einer Abnahme der wahrgenommenen Reizintensität als auch in einer Verlängerung der Reaktionszeit auf einen entsprechenden Reiz. Verschiedene Studien belegen die Abhängigkeit der Adaptation und der Erholungszeit (Erreichen des ehemaligen Schwellenwerts nach Beendigung der Stimulation) von der Dauer und der Intensität der vorhergehenden Reizung (für einen Überblick siehe Köster & de Wijk, 1991). So kann die Erkennungsschwelle für einen Geruch nach erfolgter Adaptation um einen Faktor von 10 bis 100 höher liegen als im nicht adaptierten Zustand (Hudson & Distel, 2002).

Neben der Selbstadaptation, die bis zu einer „vollständigen“ Adaptation mit einem vorübergehenden Ausfall der Wahrnehmung des entsprechenden Dufts reichen kann, ist wiederholt das Phänomen der „Kreuzadaptation“ beschrieben worden. Dabei kann die Präsentation eines bestimmten Duftstoffes die Sensibilität für verschiedene andere Substanzen herabsetzen (Hatt, 1993a, 2001a). Interessant ist, dass dieser Effekt häufig asymmetrisch ist, d.h. dass ein derartiger Einfluss einer Substanz auf die Wahrnehmung eines anderen Duftstoffes nicht in der umgekehrten Richtung auftritt. Weiterhin kann eine Substanz die Sensibilität für eine andere nicht weiter senken als diese Substanz selbst; wohl aber kann der kreuzadaptive Effekt eines Duftstoffes (auf einen anderen) größer sein als seine selbstadaptive Wirkung (Köster & de Wijk, 1991). Obwohl über die direkte Ableitung vom Riechepithel mittels der Methode des Elektro-Olfaktogramms eindeutig nachgewiesen werden konnte (u.a. Hummel, Knecht & Kobal, 1996; Kobal & Hummel, 1991a), dass bei der Adaptation periphere Mechanismen eine Rolle spielen, müssen darüber hinaus auch zentrale Prozesse der Habituation (vgl. Abschnitt 2.1.2.3) beteiligt sein. Studien mit monorhinaler Stimulation fanden nämlich ebenfalls Adaptationseffekte auf der kontralateralen Seite, und Ableitungen am *Bulbus olfactorius* von Nagetieren weisen auf eine Beteiligung der Mitralzellen hin (Köster & de Wijk, 1991). Auch Studien, in denen die Reizantwort des Gehirns mittels der Aufzeichnung ereigniskorrelierter Potentiale erfasst wurde, belegen deutlich eine zunehmende Habituation bei wiederholter Reizdarbietung (Kobal & Hummel, 1991b; Pause, Sojka, Krauel & Ferstl, 1996a).

Für ein ständiges *monitoring* der Umwelt ist aber nicht nur die Detektion plötzlich hinzukommender Duftreize wichtig, sondern auch die Wahrnehmung einer Intensitätsveränderung eines „Hintergrundgeruches“. Daher muss das olfaktorische System in der Lage sein, Vergleiche zwischen einer derzeitigen und einer zuvor wahrgenommenen Intensität durchzuführen. Engen, Gilmore und Mair (1991) berichten, dass die Gedächtnisspanne für Intensitäten zwar nur etwa vier verschiedene Konzentrationsstufen umfasst, diese Information aber wiederum zeitlich sehr stabil ist. Weiterhin betonen die Autoren, dass die Intensitätswahrnehmung zwar einerseits von atmungsbedingten Konzentrationsschwankungen an den Rezeptoren (z.B. durch Schnüffeln) relativ unbeeinflusst ist, Personen andererseits bei einer Fehleinschätzung aber eher dazu neigen, eine Zunahme statt eine Abnahme der Intensität wahrzunehmen. Die Autoren interpretieren diesen Befund als einen dem olfaktorischen System inhärenten Reaktions-Bias, der dazu führt, dass Fehler häufiger „auf der sicheren Seite“ gemacht

werden: „*Olfaction is a system devised not to miss any signals [...]. The human sense of smell plays its primary role in detecting potential hazards to be avoided.*“ (Engen, Gilmore & Mair, 1991, p. 317). So ist es weniger gefährlich, einen Duft als intensiver zu beurteilen als er ist und dementsprechend bei gefahr-assoziierten Düften die Duftquelle zu ergründen (defekte Gasleitung) oder sich von ihr zu entfernen (Feuer), als eine Intensitätssteigerung fälschlicherweise zu ignorieren. Ebenso ist es besser, die Quelle eines positiven Duftes (Nahrung, Sexualpartner) aufzusuchen, anstatt sie zu „übersehen“.

Nachdem in diesem Abschnitt die Besonderheiten des olfaktorischen Systems in Hinblick auf seine Bedeutung für das Überleben des Individuums herausgestellt worden sind, soll im nächsten Kapitel die spezielle Funktion, die der Geruchswahrnehmung für das Ernährungsverhalten zukommt, genauer beleuchtet werden.

2.1.3 Bedeutung des Geruchssinns für die Ernährung und die Verarbeitung von Nahrungsreizen

Die besondere Bedeutung, die dem Geruchssinn bei der Wahrnehmung von Nahrungsreizen zukommt, beruht auf dem Zusammenwirken von Geschmacks- und Geruchsinformationen für die Wahrnehmung des Aromas (*flavor*) einer Speise. Über die retronasale Verbindung (vgl. Abschnitt 2.1.2.1.1) gelangen Duftstoffe während des Kauens und Schluckens von Nahrung an die Riechschleimhaut und tragen dadurch zu dem oft irrtümlicherweise als „Geschmacks-erlebnis“ bezeichneten Sinneseindruck bei. Die fehlerhafte Einordnung dieser Geruchswahrnehmung als „Geschmack“ deutet darauf hin, dass die Lokalisation des Reizes durch taktile Information vermittelt wird: Duftstoffe, die durch die Nasenlöcher aufgenommen werden (orthonasaler Weg) werden dem Geruchssystem zugeordnet, Geruchsmoleküle hingegen, die auf dem retronasalen Weg das Riechepithel erreichen, werden dem Geschmackssinn zugeordnet (Duffy & Bartoshuk, 1996).

Einen besonderen Einblick in die Funktion des orbitofrontalen Kortex bei der Integration und Verarbeitung von Nahrungsreizen aus unterschiedlichen Modalitäten erlaubt eine Forschungsreihe der Arbeitsgruppe um E.T. Rolls (für einen Überblick siehe Rolls, 1996, 1999). Mittels der Methode der Einzelzell-Ableitung von 3120 Neuronen konnten Rolls, Yaxley und Sienkiewicz (1990) bei gesunden, wachen Affen im caudolateralen Anteil des orbitofrontalen Kortex (OFK) einen Bereich identifizieren, der als sekundärer Geschmackskortex bezeichnet werden kann. Von den hier entdeckten geschmackssensiblen Neuronen reagierten einige sehr spezifisch auf einzelne Geschmacksqualitäten, während andere durch eine ganze Reihe von gustatorischen Stimuli erregt wurden. Gleichzeitig stellten die Autoren fest, dass sich in unmittelbarer Nähe zu den Geschmacksneuronen auch Nervenzellen befanden, die auf andere Sinnesmodalitäten ansprachen. Diese Beobachtung führte sie zu der Vermutung, dass in den caudolateralen und medialen Teilen des OFK auch Neurone existieren könnten, die auf mehrere Modalitäten reagieren. In einer späteren Studie überprüften Rolls und Baylis (1994) diese

Annahme und fanden in den untersuchten Bereichen tatsächlich Zellen, die auf Reize mehrerer Modalitäten (visuell, olfaktorisch, gustatorisch) ansprachen. Im hinteren Bereich des orbitofrontalen Kortex fanden sie dicht benachbarte Neurone, von denen einige auf Reize von zwei oder sogar allen drei Modalitäten reagierten. Aufgrund der anatomischen Nähe unimodaler olfaktorischer und gustatorischer Neurone nehmen die Autoren an, dass es im OFK erstmals zu einer Konvergenz dieser Informationen kommt und dieser Bereich daher auch als „Aroma-Kortex“ umschrieben werden kann. Die bimodalen Zellen zeigten häufig eine ähnliche Selektivität in beiden Modalitäten, so dass sie beispielsweise optimal auf eine Kombination aus süßem Geschmack und fruchtigen Düften antworteten. Dies ermöglicht eine eindeutigere Identifikation einer bestimmten Nahrung als die Geruchs- oder Geschmacksinformation allein und bietet somit einen klaren Überlebensvorteil.

Beim Menschen wurde die neuronalen Grundlagen für die Integration von Geruchs- und Geschmacksinformationen zu einem einheitlichen „Aroma-Eindruck“ von der Arbeitsgruppe um Zatorre und Jones-Gotman mittels einer PET-Studie untersucht (Small, Jones-Gotman, Zatorre, Petrides & Evans, 1997). Sie boten zehn Versuchsteilnehmern vier verschiedene Geruchs- und Geschmacksreize sowohl einzeln als auch gemeinsam dar (jeweils ein Geschmacks- und Geruchsreiz gleichzeitig), um so einen Aroma-Eindruck zu erzeugen. Bei der bimodalen Präsentation wurde jeweils ein Geschmacksreiz entweder mit einem passenden oder einem unpassenden Duft kombiniert. Zu den passenden Kombinationen gehörten z.B. Kaffeeduft mit bitterem Geschmack oder Erdbeergeruch mit süßem Geschmack, wohingegen unpassende Kombinationen u.a. aus Kaffeeduft mit saurem oder Erdbeerduft mit salzigem Geschmack bestanden. Bei der unimodalen Reizung zeigte sich im Vergleich zur jeweiligen Baseline eine Aktivierung in den Kortexarealen, die mit der Verarbeitung von Informationen der jeweiligen Modalität beschäftigt sind: So waren bei der Darbietung von Geschmacksreizen vor allem der primäre und der sekundäre Geschmackskortex (frontales *Operculum*, rechts; caudolateraler OFK, bilateral) aktiv. Ebenso fanden sich bei der olfaktorischen Stimulation Aktivitäten in den primären und sekundären Kortex-Arealen (piriformer Kortex, links; OFK, rechts). Bei der Subtraktion jeweils einer unimodalen Bedingung von der Bedingung „passende Kombinationen“ ergaben sich signifikante bilaterale Aktivitätsminderungen in Bereichen des frontalen Operculums und der vorderen Inselregion sowie im rechten caudolateralen und medialen OFK (sekundärer olfaktorischer Kortex). Bei einem Vergleich der beiden Kombinationsbedingungen wurde eine erhöhte Aktivität der linken *Amygdala* und bilateraler basaler Vorderhirnkerne (*Nucleus basalis Meynert*, Kern des diagonalen Bandes von Broca) bei unpassenden Kombinationen deutlich. Die Autoren interpretieren diesen Befund als spezifisch für die Verarbeitung von Aromen. Ein Absinken der Aktivität bei der bimodalen im Vergleich zu der unimodalen Verarbeitung scheint sich in einer Minderung der wahrgenommenen Intensität eines Geruchs- oder Geschmacksreizes zu zeigen, wenn er in Kombination statt isoliert vorgegeben wird. Weiterhin gehen die Autoren davon aus, dass bereits im primären olfaktorischen Kortex, der auch eine Rolle für die Duftdiskrimination spielt, entschieden wird, ob eine

Geruchsinformation als Bestandteil eines Aromas oder als Duft weiterverarbeitet wird. Daher kam es in dieser Region zu keiner Änderung des cerebralen Blutflusses. Eine gesteigerte Aktivität der linken *Amygdala* und des basalen Vorderhirns bei fremden und vermutlich unangenehmen Aromen in der Bedingung „unpassende Kombinationen“ passt zu den zuvor zitierten Befunden einer *Amygdala*-Aktivierung bei unangenehmen Gerüchen.

Aufschluss über eine motivationsspezifische Modulation der neuronalen Aktivität im OFK lieferten zwei weitere Studien von Rolls und Mitarbeitern. Die Autoren fanden im Rahmen von olfaktorischen (Chritchley & Rolls, 1996a) und visuellen Diskriminationsaufgaben (Rolls, Chritchley, Mason & Wakeman, 1996), dass einige der bimodalen gustatorischen Neurone explizit auf den Belohnungswert eines Reizes reagierten. Die Versuchstiere erhielten jeweils einen olfaktorischen oder visuellen Hinweisreiz und konnten anschließend an einem Röhrchen lecken, das entweder eine angenehme Zuckerlösung oder eine aversive Salzlösung lieferte. Auf diese Weise lernten die Affen sehr schnell die Assoziation eines Duftes oder Symbols mit dem belohnenden oder bestrafenden Geschmack und konnten innerhalb dieses „Go-/No-Go-Paradigmas“ mit einer Trefferrate von 100 % richtig auf die belohnungsgekoppelten Hinweisreize reagieren. Während 35 % der olfaktorischen Neurone entsprechend des Belohnungswertes eines Duftes reagierten, zeigten die restlichen in ihrem Antwortverhalten keinen Bezug zur Verstärkerkontingenz. Sie reagierten aber unterschiedlich auf verschiedene Düfte und trugen somit vermutlich zur Duftidentifikation bzw. -diskrimination bei. Bei einer Umkehr der Belohnungsassoziation (bei einem Duft, der vorher mit der Zuckerlösung gekoppelt war, wird jetzt die Salzlösung gegeben), stellten auch einige der Neurone ihr Reaktionsmuster um, wohingegen andere eine Extinktion zeigten. Im Gegensatz zu den Neuronen, die auf visuelle Stimuli reagierten, kehrten von den olfaktorischen Nervenzellen aber weniger ihr Antwortverhalten um (32 % vs. 77 %). Zudem dauerte diese Änderung bei den olfaktorischen Neuronen länger. Diese Ergebnisse passen zu den in Abschnitt 2.1.2.4.2 beschriebenen Besonderheiten des Geruchsgedächtnisses, bei dem eine einmal gelernte Verbindung zwischen einem Geruch und einem bestimmten Kontext auch dann aufrechterhalten wird, wenn der Duft anschließend wiederholt in einem anderen Kontext wahrgenommen wird.

Rolls und Mitarbeiter begründen die Unterschiede im Verhalten der visuellen und olfaktorischen Zellen damit, dass sich bei visuellen Stimuli (z.B. Farben, Formen, Gesten) die Belohnungswerte schnell ändern können und daher eine schnelle Anpassung erforderlich sei. Die Kopplung von Duft und Geschmack dagegen, die als Repräsentation eines Aromas betrachtet werden kann, ist nahrungsspezifisch und weist damit eine wesentlich höhere perzeptuelle Konstanz auf. Dennoch sei eine gewisse Plastizität notwendig, um neue Aromen zu integrieren und auch in Ausnahmefällen, in denen Geschmacks-Geruchs-Assoziationen weniger stabil sind (wie in der Umkehraufgabe) eine Anpassung des Verhaltens zu ermöglichen.

In einer weiteren Untersuchung konnten Critchley und Rolls (1996b) die Bedeutung des motivationalen Zustands für den Belohnungswert eines Reizes (gustatorisch, olfaktorisch, visuell) bestätigen, durch den das Antwortverhalten entsprechender uni- oder multimodaler

Neurone bestimmt wird. Die Autoren zeichneten die Reaktion von Neuronen auf, die spezifisch auf den Geruch oder Anblick bestimmter Speisen antworteten. Während des Experiments wurde das Versuchstier nun mit einer einzelnen Nahrung gefüttert, bis sich im Verhalten deutliche Anzeichen von Sättigung zeigten. Die Autoren stellten fest, dass einige der Neurone im Verlauf des Versuchs ihre Aktivität in Bezug auf diese Speise um durchschnittlich 30 % senkten, auf andere Nahrungsreize aber weiterhin unvermindert oder sogar verstärkt reagierten. Der Nachweis der Modulation der Aktivität dieser Neurone durch den motivationalen Zustand des Organismus erlaubt die Annahme, dass der OFK wesentlich an der Regulation der Nahrungsaufnahmen beteiligt ist. Die Autoren vermuten, dass die Aktivitätsabnahme der Neurone auf einer Habituation beruhen könnte, so dass die Nervenzellen nach einer gewissen Zeit (einige Minuten, die es dauert eine Mahlzeit zu vollenden) eine verminderte Erregbarkeit aufweisen. Allerdings könnten an dieser Modulation auch weitere Mechanismen beteiligt sein, die zu einer Veränderung der motivational bedingten Valenz eines Nahrungsreizes beitragen. Eine Regulation der neuronalen Aktivität in Gehirnregionen, die vor dem OFK an der Informationsverarbeitung beteiligt sind, halten Chritchley und Rolls für unrealistisch, da eine sinnvolle Modulation erst nach der Stufe der Objektrepräsentation (im primären visuellen und gustatorischen Kortex) möglich ist.

Übereinstimmend mit diesen Befunden konnten Rolls und Rolls (1997) in einer Humanstudie einen ähnlichen Effekt des Hunger- oder Sättigungszustandes auf der Verhaltensebene nachweisen: In zwei getrennten Experimenten ließen sie hungrige Probanden die Valenz und Intensität des Geruchs und Geschmacks von vier Speisen einschätzen. Anschließend sollten die Teilnehmer des ersten Experiments eine der Speisen (Banane bzw. Hähnchen) für fünf Minuten kauen und eine erneute Beurteilung abgeben. In der letzten Phase des Versuchs aßen sich die Versuchspersonen an der Testnahrung satt und wiederholten ein letztes Mal ihre Bewertung. Das zweite Experiment war bis auf eine Ausnahme identisch zum ersten. Anstatt die Testspeise für fünf Minuten zu kauen, wurde den Teilnehmern für diese Zeit der Geruch dieser Nahrung vorgegeben. Es zeigte sich, dass durch den Verzehr einer Nahrung bis zur Sättigung ein deutlicher Abfall in der entsprechenden Valenzeinschätzung eintrat, während sich die hedonische Bewertung der anderen Speisen kaum veränderte. Zusätzlich wurde jedoch deutlich, dass es bereits durch das Schmecken bzw. Riechen der Testspeise zu einem ähnlich starken Absinken der Valenz kam, von dem die anderen Nahrungsmittel wiederum nicht betroffen waren. Dieser Effekt, der als *sensory specific satiety* („sinnesspezifische Sättigung“) bezeichnet wird, lässt sich nicht durch ein gleichzeitiges Absinken der wahrgenommenen Intensität begründen, da sich in dieser Variablen über den Verlauf des jeweiligen Experiments kaum Änderungen ergaben. Die Ergebnisse passen zu den eben genannten Aktivitätsänderungen duft- und geschmackssensibler Neurone im OFK und bekräftigen die in Abschnitt 2.1.2.3 dargestellten Befunde, dass olfaktorische Valenz- und Intensitätsbeurteilungen vermutlich in unterschiedlichen Kortexarealen erfolgen.

Eine neuere Studie (O'Doherty, Rolls, Francis, Bowtell, Mc Glone, Kobal, Renner & Ahne, 2000) ergänzt die genannten Ergebnisse anhand von fMRI-Messungen vor und nach der Sättigung der Versuchsteilnehmer mit einer Testspeise. Den fünf gesunden Probanden wurden zunächst im hungrigen Zustand die Düfte von Bananen oder Vanille präsentiert und gleichzeitig ihre Hirnaktivität aufgezeichnet. Anschließend aßen sie so viele Bananen bis sie satt waren und erhielten daraufhin eine erneute Duftpräsentation, während derer ihre neuronale Aktivität erfasst wurde. Zusätzlich wurde die subjektive Einschätzung der Valenz und Intensität der Düfte sowie eine Hunger- und Durstbewertung vor und nach der Sättigung erhoben. Duftbezogene Aktivität (unabhängig von der Sättigung) fand sich in Übereinstimmung mit anderen Studienergebnissen (vgl. Abschnitt 2.1.2.3) im OFK sowie in Bereichen der Inselregion und des cingulären Kortex. Ein ausgeprägter Effekt der *sensory specific satiety* fand sich konsistent für alle Probanden nur in Bereichen des OFK, während bei einzelnen Teilnehmern auch Bereiche der *Amygdala* und der *Insula* betroffen waren. Die Aktivität während der Präsentation des Bananengeruchs war hier nach der Sättigung im Vergleich zu vorher deutlich vermindert, während sich an der Aktivierung durch den Vanillegeruch nichts änderte. Auch die subjektiven Bewertungen passen zu diesen Befunden. Während vor der Sättigung beide Düfte als ähnlich angenehm beschrieben wurden, sank die Valenz für Banane im Gegensatz zu Vanille anschließend stark ab. Für die Intensitätsbeurteilungen der beiden Düfte dagegen zeigten sich während des Versuchs keine signifikanten Änderungen.

Einen ähnlichen Versuch führten Small, Zatorre, Dagher, Evans und Jones-Gotman (2001) durch, indem sie ihre neun Versuchsteilnehmer (Schokoladenliebhaber) bis über die individuelle Sättigungsgrenze hinaus Schokolade essen ließen. Zwischen dem Verzehr einzelner Portionen wurde die Hirnaktivität der Probanden mittels PET insgesamt siebenmal aufgezeichnet. Außerdem gaben die Probanden jeweils an, wie angenehm sie die Schokolade empfanden und wie groß ihr Wunsch war, ein weiteres Stück zu essen. Zusätzlich wurden drei Baseline-Messungen erhoben, bei denen die Teilnehmer entweder Wasser als Stimulus erhielten oder ihre Zunge bewegen sollten „als ob sie Schokolade im Mund hätten“.

Entsprechend den Erwartungen waren durch die Präsentation des Schokoladenaromas u.a. sowohl gustatorische (Inselregion, caudolateraler OFK) als auch olfaktorische Hirnregionen (medialer OFK, besonders Areal 13) aktiviert. Zudem konnten die Autoren eine Änderung der Aktivität dieser Bereiche in Abhängigkeit von dem motivationalen Wert der Speise beobachten: In der *Insula* und dem medialen OFK kam es mit zunehmender Sättigung der Person zu einer Verringerung des cerebralen Blutflusses. Dieses Ergebnis passt zu den von Chritchley und Rolls (1996b) berichteten Befunden der Einzelzell-Ableitung und spiegelt die Repräsentation des Belohnungswertes in diesen Kortexarealen wider. Aufgrund der Konvergenz von sensorischen, autonomen und affektiven Informationen in der Inselregion schlagen die Autoren für dieses Gebiet die Bezeichnung „digestiver Kortex“ vor, der seiner Funktion besser gerecht zu werden scheint als der herkömmliche Begriff „primärer gustatorischer Kortex“. Interessanterweise verhielt es sich mit der Aktivität des caudolateralen OFK allerdings genau

umgekehrt: Je mehr die Teilnehmer den Verzehr der Nahrung ablehnten, desto stärker wurde die Aktivität in dieser Region. Zwar stehen die Ergebnisse im Gegensatz zu den sättigungsbezogenen Befunden von Chritchley und Rolls (1996b), andererseits fanden dieselben Autoren (Chritchley & Rolls, 1996a) im Rahmen des olfaktorischen Diskriminationslernens aber auch Neurone, die spezifisch auf das „Nicht-Verstärken“ einer Handlung reagierten. Small et al. (2001) ziehen daher mehrere mögliche Interpretationen für ihre Ergebnisse in Betracht: Zum einen könnten methodische Ursachen (Besonderheiten der untersuchten Spezies, Gewinnung der Neuronenstichprobe für die Einzelzell-Ableitung, unterschiedliches zeitliches Auflösungsvermögen beider Verfahren) die teilweise Diskrepanz der verschiedenen Studien erklären. Zum anderen könnte es aber auch sein, dass die neuronalen Repräsentationen von Belohnung und Bestrafung (Aversion) in verschiedenen Bereichen des OFK generiert werden. Die Autoren vermuten, dass der mediale OFK für die Überwachung und Einspeicherung des Belohnungswertes eines Reizes oder einer Reaktion verantwortlich sein könnte, während die Aufgabe des lateralen OFK darin besteht, eine vormals belohnte Handlung zu unterdrücken (siehe hierzu auch Rolls, 1996).

Da ein Geruchsreiz durch seinen Beitrag zu einem Aroma-Eindruck, der häufig als direkter Verstärker wirkt, eine entscheidende Rolle für die Nahrungsauswahl und -aufnahme spielt, kann es bei einem Ausfall des olfaktorischen Systems zu schwerwiegenden Folgeerscheinungen kommen. Diese zeigen sich beispielsweise bei einer altersbedingten Verschlechterung der olfaktorischen Leistungsfähigkeit, die sich vermutlich sowohl auf sensorische (u.a. Degeneration von Zellen im Riechepithel und im *Bulbus olfactorius*) als auch auf kognitive Einbußen (z.B. verringerte Nutzung von Gedächtnisstrategien) zurückführen lässt (für einen Überblick siehe Wysocki & Pelchat, 1993). In Hinblick auf Nahrungsgerüche wurden in zahlreichen Studien sowohl erhöhte Detektionsschwellen (Griep, Mets, Collys, Vogelacre; Laska & Massart, 1997; Griep, Mets, Vercruyssen, Cromphout, Ponjaert, Toft & Massart, 1995; Schiffman, Moss & Erickson, 1976) als auch eine schlechtere Identifikationsleistung (Schiffman, 1977) älterer gegenüber jüngeren Personen festgestellt. In der Studie von Schiffman (1977) sollten die jungen (N = 27) und alten (N = 29) Probanden eine Reihe von Speisen (u.a. Gemüse- und Obstsorten, Milch- und Getreideprodukte) zusätzlich zur Identifikation auch anhand von 51 semantischen Differentialskalen beurteilen. Eine multidimensionale Analyse der Datenmatrix ergab für die jüngere Teilnehmergruppe eine zweidimensionale Lösung, bei der die erste Dimension die Valenz der Reize abbildete, während die zweite Dimension eher trigeminale Aspekte (scharf, beißend, säuerlich) erfasste. Für die älteren Probanden fand sich eine eindimensionale Lösung, bei der die hedonischen Beurteilungen der Nahrungsmittel im Vordergrund standen. Auch hierin zeigt sich wieder die enge Verknüpfung von Geruchsreizen mit emotionalen Bewertungen, die selbst im hohen Alter erhalten blieb.

Griep et al. (1995, 1997) fanden neben einem Alterseffekt auch Einflüsse des Gesundheits- und Ernährungsstatus auf die olfaktorische Leistung sowie einen Zusammenhang der verringerten Riechfähigkeit mit der Verwendung von Zahnprothesen. Die älteren Versuchsteilneh-

mer (Altersbereich etwa 65 – 85 Jahre) gaben darüber hinaus häufig deutlich niedrigere Intensitätsbeurteilungen ab als die jüngeren (Wysocki & Pelchat, 1993) und beklagten den schwachen Dufteindruck (Schiffman, 1977). Die Nachteile, die in Bezug auf die Nahrungsaufnahme mit einem Verlust von Geruchsinformationen verbunden sein können, liegen zum einen in einem Wegfall der Warnfunktion des Geruchssinns. Ältere Personen laufen somit eher als jüngere Gefahr, sich durch den Verzehr verdorbener Speisen zu vergiften. Zum anderen kann es aber auch zu der Entwicklung einer Mangelernährung aufgrund der verminderten Freude am Essen kommen (Wysocki & Pelchat, 1993). Verschiedene Autoren untersuchten daher den Effekt einer Verstärkung der olfaktorischen oder gustatorischen Komponente diverser Speisen auf die Nahrungsaufnahme und den Gesundheitszustand älterer Personen (für einen Überblick siehe Schiffman, 2000). Schiffman und Warwick (1989, 1993) sowie Griep, Mets und Massart (1997) fanden für ältere Personen (u.a. Bewohner eines Seniorenheims) einen erhöhten Verzehr nährstoffreicher Speisen, wenn diesen zusätzlich Aromen beigelegt worden waren. Dabei belegen die Studien deutlich, dass sich für die älteren Personen der hedonische Wert der Nahrungsmittel durch den Aromazusatz positiv verändert und in den meisten Fällen eine aromatisierte Speise der unveränderten Variante vorgezogen wurde. Für jüngere Personen dagegen ergab sich ein umgekehrtes Bild (Griep et al., 1997). Sie bevorzugten die unaromatisierten Speisen und aßen von diesen mehr als von den aromatisierten, deren „Geschmack“ sie als „zu stark“ bewerteten. Die Auswirkungen der Aufnahme aromatisierter Speisen auf die Gesundheit älterer Personen zeigt sich besonders deutlich in der Studie von Schiffman und Warwick (1993), in der den 39 Versuchsteilnehmern (durchschnittliches Alter 85 Jahre) über drei Wochen lang aromatisierte Speisen serviert wurden. Obwohl sich die Aufnahme bei 20 von 30 Speisen durch den Aromazusatz steigerte, erhöhte sich die Menge verzehrter Makro- und Mikronährstoffe nicht wesentlich. Dennoch wiesen die Probanden anschließend einen verbesserten Immunstatus (Anstieg in der Anzahl von B- und T-Lymphozyten) sowie eine erhöhte Greifkraft auf als vorher. Die Autoren vermuten, dass eine erhöhte Ausschüttung von Endorphinen für die gesteigerte Immunfunktion verantwortlich sein könnte. Andere mögliche Erklärungen sind eine Reduktion des Kortisol-Levels aufgrund einer verbesserten Stimmung, eine verstärkte Aufnahme der Nährstoffe durch eine vermehrte Produktion von Enzymen bei der Verdauung oder eine direkte Stimulation des Immunsystems über neuronale Verbindungen zu geruchsverarbeitenden Hirnarealen (Schiffman, 2000).

Bereits in diesem Abschnitt wird – neben neuronalen und physiologischen Aspekten – die Bedeutung psychologischer Faktoren für die Nahrungsaufnahme deutlich. Dabei wurde bisher hauptsächlich der Einfluss des motivationalen Anreizwertes der Nahrung auf die kurzfristige Hunger- und Sättigungsregulation betrachtet. In den nachfolgenden Abschnitten sollen darüber hinaus die langfristigen Effekte von Persönlichkeitseigenschaften und Kognitionen auf die Nahrungsaufnahme und Verarbeitung von Nahrungsreizen dargestellt und diskutiert werden.

2.2 Psychophysiologische Aspekte des Essverhaltens

2.2.1 Physiologische und neurobiologische Regulationsmechanismen

Bevor in den folgenden Kapiteln psychologische und psychophysiologische Theorien zur Erklärung des menschlichen Essverhaltens behandelt werden, soll zunächst kurz auf die physiologischen und neurobiologischen Grundlagen von Hunger und Sättigung hingewiesen werden. Erste Theorien zur Ernährungsregulation stammen aus den 1950er Jahren und gingen bereits vom Modell der Homöostase aus, nach dem zahlreiche biologische Variablen über negative Feedback-Schleifen in sehr engen Grenzen kontrolliert werden (für einen Überblick siehe Rowland, Li & Morien, 1996). So entwickelten 1953 Mayer die glukostatische und Kennedy die lipostatische Theorie, nach denen ein Mangel an Glukose bzw. Lipiden zu Hunger und eine Aufnahme dieser Nährstoffe zur Sättigung führen sollten. Obwohl mittlerweile wiederholt nachgewiesen werden konnte, dass Zellen in der Leber als Detektoren für die Glukose- und Lipidverfügbarkeit fungieren (für eine ausführliche Darstellung siehe z.B. Carlson, 2001), stellen beide Theorien doch eine starke Vereinfachung metabolischer Regelkreise dar. Aufgrund der essentiellen Bedeutung, die einer ausreichenden Nährstoffversorgung zukommt, sind die entsprechenden Parameter durch mehrere zentrale und periphere Mechanismen abgesichert, wie sich an der Regulation der Blutglukosekonzentration gut veranschaulichen lässt:

Der Anstieg des Glukosespiegels im Blut führt zu einer Freisetzung von Insulin aus den Langerhansschen Inseln (β -Zellen) des Pankreas. Dieses Peptidhormon hat vielfältige Wirkungen. Einerseits stimuliert es über einen membranständigen Insulinrezeptor vor allem Zellen in der Leber, die aufgenommene Glukose zu Glykogen umzuwandeln und zu speichern. Weiterhin fördert es in den Fettzellen die Aufnahme von Glukose und deren Umwandlung zu Glycerol, einem Bestandteil der gespeicherten Triglyceride. Andererseits ermöglicht es allen Körperzellen (mit Ausnahme der insulinunabhängigen Nervenzellen), Glukose aufzunehmen und als Energielieferanten zu nutzen. Auf diese Weise kommt es zu einem Abfall des Blutzuckerspiegels, wodurch längerfristig wiederum die Insulinsekretion gehemmt und die Ausschüttung von Glukagon aus den α -Zellen des pankreatischen Inselorgans stimuliert wird. Glukagon bewirkt (ähnlich wie auch Adrenalin), dass die Leberzellen das gespeicherte Glykogen in Glukose zurückverwandeln und in den Blutkreislauf abgeben. Außerdem beginnen die Fettzellen, die gespeicherten Triglyceride wieder in Fettsäuren und Glycerol aufzuspalten. Die Fettsäuren können von allen Körperzellen mit Ausnahme der Nervenzellen genutzt werden. Das freiwerdende Glycerol wird in der Leber zu Glukose abgebaut. Da den Körperzellen in Abwesenheit von Insulin die Aufnahme von Glukose nicht möglich ist, steht diese nun nur

den Nervenzellen zur Verfügung. Weiterhin wird eine Insulinfreisetzung auch durch das *gastric inhibitory peptide* (GIP) sowie durch Wachstumshormone gefördert und durch Somatostatin gehemmt. Glukokortikoide und die Schilddrüsenhormone Thyroxin (T₄) und Trijodthyronin (T₃) scheinen zwar an dem beschriebenen Regelkreis nicht unmittelbar beteiligt zu sein, beeinflussen aber den Blutzuckerspiegel indirekt durch die Verstärkung der Effekte von Adrenalin und Glukagon (Thews & Vaupel, 2001).

Auf zentralnervöser Ebene ist es erst in jüngster Zeit gelungen, die an der Ernährungsregulation beteiligten Hirnregionen und Neurotransmitter detailliert zu untersuchen. Bereits 1954 stellte Stellar das erste neuronale Modell zur Regulation von Hunger und Sättigung vor: Er nahm an, dass im *Hypothalamus* zwei Zentren mit reziproken Wirkmechanismen lokalisiert seien. Der laterale *Hypothalamus* fungiere dabei als ein „Hungerzentrum“, dessen Aktivierung zur Nahrungsaufnahme führe. Der ventromediale *Hypothalamus* hingegen stelle ein „Sättigungszentrum“ dar, dessen Aktivität eine Inhibition der Nahrungsaufnahme bewirke. Inzwischen ist diese Grundannahme wesentlich differenziert und erweitert worden (für eine ausführliche Darstellung siehe Carlson, 2001; einen kurzen Überblick liefern Birbaumer & Schmidt, 2001). So wurden im lateralen *Hypothalamus* verschiedene Regionen erforscht, deren Neurone die Peptide Orexin und MCH (*melanin-concentrating hormone*) sezernieren. Die Ausschüttung dieser Botenstoffe ist bei Nahrungsdeprivation erhöht und führt zur Nahrungsaufnahme sowie zum Absinken der Metabolismusrate. Die entsprechenden Neurone haben Verbindungen zu einer Reihe von Hirngebieten, die bei der Verarbeitung und Steuerung von Motivation und Bewegung eine Rolle spielen. Hierzu gehören Bereiche im Neokortex und im periaquäduktalen Grau (*Substantia grisea centralis*), einem Teil der *Formatio reticularis*. Außerdem bestehen Projektionen zum *Thalamus* und zum *Locus coeruleus* sowie zu Neuronen im Rückenmark, die Einfluss auf das autonome Nervensystem haben. Aktiviert werden die MCH- und Orexin-Neurone durch die Freisetzung von Neuropeptid Y (NPY) aus Zellen im *Nucleus arcuatus*. Neben seiner Wirkung im lateralen *Hypothalamus* (Stimulation der Nahrungsaufnahme) bewirkt dieser Neurotransmitter im *Nucleus paraventricularis* (medialer *Hypothalamus*) u.a. die Sekretion von Insulin und Glukokortikoiden und die Verringerung der Körpertemperatur. Weitere Effekte von NPY betreffen die Unterdrückung von Ovulation und sexuellem Verhalten. Der gemeinsame Zweck der genannten Wirkungen ist die Reduktion des Energieverbrauchs und das Vermeiden eines Mangelzustands während einer Nahrungsknappheit. Obwohl bisher nicht genau geklärt ist, über welche Verschaltungen die NPY-Neurone Informationen über periphere Hungersignale erhalten, weisen Forschungsergebnisse darauf hin, dass diese aus dem Hirnstamm weitergeleitet werden. Zahlreiche Hirnregionen projizieren auf NPY-Neurone, darunter z.B. der *Nucleus prarabrachialis lateralis* (*Pons*), der wiederum Informationen aus dem Hirnstamm (*Nucleus tractus solitarii* und *Area postrema*) bezieht. Diese Hirngebiete scheinen eigene Glukoserezeptoren zu besitzen. Weiterhin erhalten sie u.a. nährstoffrelevante

Informationen von Rezeptoren, die auf der Zunge sowie in Magen, *Duodenum* und Leber lokalisiert sind.

Gehemmt werden die NPY-Neurone durch Leptin, einem Hormon, das von gefüllten Fettzellen freigesetzt wird und daher ein Sättigungssignal darstellt. Darüber hinaus aktiviert Leptin eine weitere Zellpopulation im *Nucleus arcuatus*, die das Peptid CART (*cocaine- and amphetamine-regulated transcript*) sezerniert. Über Verbindungen zum *Nucleus paraventricularis* führt die Aktivität der CART-Neurone zu einer Steigerung der Metabolismusrate. Auf die MCH- und Orexin-Neurone hat CART einen inhibitorischen Effekt und wirkt somit einer Nahrungsaufnahme entgegen. Während die Wirkungen von Leptin eher einer langfristigen Nahrungsregulation dienen, indem sie zu einer Desensitivierung gegenüber kurzfristigen Hungersignalen führen, ist bisher wenig über kurzfristige Sättigungssignale bekannt. Da das Beenden einer Mahlzeit der Absorption der in der Nahrung enthaltenen Nährstoffe zeitlich weit vorausgeht, müssen verschiedene Mechanismen einer antizipatorischen Sättigung in Betracht gezogen werden. Es wird angenommen, dass serotonerge Neurone die Aktivität der NPY-Neurone inhibieren. Dabei soll die Aktivierung von Serotoninrezeptoren im ventromedialen *Hypothalamus* und im *Nucleus paraventricularis* besonders zu einer Hemmung der Kohlenhydrataufnahme führen (Birbaumer & Schmidt, 2001). Es sind jedoch auch Hinweise auf Wirkmechanismen im Hirnstamm gefunden worden. Möglicherweise werden die serotonergen Neurone durch das Hormon Cholezystokinin (CCK) aktiviert, das im Magen und *Duodenum* in Reaktion auf Nahrung (vor allem Fette) freigesetzt wird (Carlson, 2001). Weitere Botenstoffe, die an der Regulation von Hunger und Sättigung beteiligt zu sein scheinen, sind u.a. Noradrenalin, Oxytozin, Galanin, Bombesin und das Kortikotropin-Releasing-Hormon (für einen Überblick siehe Rowland, Li & Morien, 1996).

Bereits in dieser kurzen Zusammenfassung der physiologischen und zentralnervösen Mechanismen zur Nahrungsregulation wird die Komplexität der Einflüsse auf die Ernährung deutlich. Bedeutend umfangreicher wird das Bild des Essverhaltens allerdings, wenn psychologische und psychophysiologische Aspekte wie beispielsweise das Erlernen von Nahrungspräferenzen (siehe Capaldi, 1996) oder Geschmacksaversionen (siehe Schafe & Bernstein, 1996) sowie die hedonische Komponente des Essens mit in Betracht gezogen werden (vgl. hierzu auch Abschnitt 2.1.3). Darüber hinaus unterliegt das menschliche Essverhalten zusätzlich sozialen und kognitiven Faktoren, die den physiologischen Bedürfnissen übergeordnet sind und sie nicht nur ergänzen oder ersetzen, sondern ihnen teilweise sogar zuwiderlaufen können. Verschiedene Theorien, in denen die psychologischen Aspekte des Essverhaltens im Vordergrund stehen, sollen in den folgenden Abschnitten behandelt werden.

2.2.2 Historische Wurzeln des Restraint-Eating-Konzeptes

Erste Ansätze zur Untersuchung psychologischer Aspekte des Ernährungsverhaltens stammen aus der Forschung zu Übergewicht, bei der sowohl die Entstehung als auch die Folgen von Übergewicht untersucht und ihre kausalen Zusammenhänge überprüft wurden. Dabei kam es im Verlauf der letzten 50 Jahre zur Entwicklung verschiedener Konzepte und Theorien, die z.T. kontrovers diskutiert wurden. Die Ansätze, die der Entwicklung des in dieser Arbeit zu Grunde gelegten „Restrained-Eating-Konzeptes“ vorausgingen und als seine historischen Wurzeln betrachtet werden können, sollen im Folgenden kurz vorgestellt und anhand des aktuellen Forschungsstandes bewertet werden.

Nach einer gründlichen Sichtung der Literatur über die Gründe und Begleitumstände von Übergewicht formulierten Kaplan und Kaplan 1957 basierend auf lerntheoretischen Erkenntnissen das „psychosomatische Konzept“ des Übergewichts, in dem sie zwei Faktoren als hauptverantwortlich für die Entstehung von Übergewicht betrachteten: Zum einen nahmen sie an, dass es im Sinne einer klassischen Konditionierung zu einer Kopplung von Hungergefühlen (UCS) mit Angst oder Einsamkeit (CS) kommen kann, wenn diese Zustände – meist in der frühen Kindheit – häufig gemeinsam aufgetreten waren. Auf neurophysiologischer Ebene vermuteten die Autoren, dass „Appetitzentren“ des *Hypothalamus*, die ursprünglich nur durch physiologisch bedingte Hungersignale aktiviert worden waren, im Laufe der Lernerfahrung auch durch emotionale Zustände wie Trauer oder Angst oder andere sensorische Signale angeregt werden.

Als weitere, wesentlich stärker verbreitete Ursache für ein häufig beobachtetes, „zwanghaftes Überessen“ übergewichtiger Personen sahen Kaplan und Kaplan die Tatsache, dass die Nahrungsaufnahme zu einer Reduktion von Angst führen kann. Die hieraus resultierende Lernerfahrung beschrieben die Autoren im Sinne einer Triebreduktion, die das zuvor gezeigte Verhalten verstärken soll. Selbst wenn dieser Vorgang heute eher im Rahmen einer Operanten Konditionierung als negative Verstärkung (Vermeidung eines unangenehmen Zustands) bezeichnet werden würde, erscheint das Konzept zunächst plausibel. Es wurde jedoch schon bald von anderen Modellen, wie der „Externalitäts-Hypothese“, abgelöst.

2.2.2.1 Die Externalitäts-Hypothese

2.2.2.1.1 Entwicklung der Externalitäts-Hypothese

Hilde Bruch betonte im Rahmen ihrer Arbeit mit essgestörten und übergewichtigen Patienten (1961) ebenfalls die Bedeutung psychologischer Faktoren bei der Entstehung gestörten Essverhaltens.

Sie ging davon aus, dass Personen mit Auffälligkeiten im Essverhalten nicht gelernt haben, verschiedene physiologische und emotionale Zustände richtig zu interpretieren und zu differenzieren. Diese Aussage wurde unterstützt durch erste Untersuchungen, die Stunkard und Koch 1965 (zitiert nach Stunkard, 1971) zum Zusammenhang zwischen gastrischer Motilität und Hungerwahrnehmungen durchführten. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass bei Normalgewichtigen ein Zusammenhang zwischen dem physiologischen Zustand (Magenkontraktionen) und der psychologischen Komponente (Hungergefühl) existiert, der bei Übergewichtigen nicht besteht.

Ausgehend von den theoretischen Überlegungen Hilde Bruchs und den Ergebnissen von Stunkard und Koch entwickelte Schachter (1968) die „Externalitäts-Hypothese“, die einen wichtigen Beitrag für die Erforschung des Ernährungsverhaltens geleistet hat. Anhand verschiedener Feld- und Laboruntersuchungen überprüfte Schachter mit seiner Arbeitsgruppe (für eine Gesamtdarstellung siehe Schachter, 1971a; Schachter & Rodin, 1974; für einen Überblick Schachter, 1971b) wiederholt die Annahme, dass die Nahrungsaufnahme normalgewichtiger Personen überwiegend durch interne, dem physiologischen Zustand entsprechende Reize gesteuert wird, während das Essverhalten übergewichtiger Personen sich eher an externen Reizen orientiert. In entsprechenden Studien hierzu wurden jeweils externe nahrungsbezogene Reize (z.B. Uhrzeit, Angebot zu essen, andere Personen, die essen etc.) oder interne Zustände variiert (Deprivation, Angstinduktion).

2.2.2.1.2 Zusammenhang von Externalität und der Reaktion auf interne Reize

In einem klassischen Experiment zur Untersuchung der Externalitäts-Hypothese variierten Schachter, Goldman und Gordon (1968) zwei **interne** Zustände, die bei Normalgewichtigen zu entgegengesetzten Reaktionen im Essverhalten führen sollten: Während hungrige Individuen mehr essen sollten als gesättigte, müssten ängstliche Personen ihre Nahrungsaufnahme im Vergleich zu nicht ängstlichen reduzieren. Für Übergewichtige sollte sich ein solcher Zusammenhang nicht finden lassen, da sie laut der untersuchten Hypothese ihre Nahrungsaufnahme nicht entsprechend ihres physiologischen Zustands regulieren. Um diese Annahmen zu überprüfen, erhielten normalgewichtige und übergewichtige Versuchsteilnehmer die Information, man wolle in der Studie herausfinden, wie sich taktile Stimulation auf die Geschmackswahrnehmung auswirke. Zu diesem Zweck waren die Probanden gebeten worden, vor dem Versuch keine Mahlzeit einzunehmen, „da es zum Beginn der Untersuchung zwischen den Teilnehmern keine Unterschiede in der Geschmackswahrnehmung aufgrund vorheriger Reize (z.B. scharf gewürztes Essen) geben dürfe“. Während für die Probanden in der Bedingung „starke Deprivation“ direkt zur nächsten Stufe des Experiments übergegangen wurde, hatten die Personen in der Bedingung „keine Deprivation“ die Möglichkeit, zunächst so viele Sandwiches zu essen, bis sie gesättigt waren. Im nächsten Schritt wurden die Teilnehmer entsprechend der Angstmanipulation informiert, dass für die taktile Stimulation

„elektrische Schocks“ benutzt würden. In der Bedingung „starke Angst“ wurde ihnen gesagt, dass die Reize auf jeden Fall schmerzhaft seien, während in der Bedingung „geringe Angst“ von einer „ganz leichten Reizung, ähnlich einem Kitzeln oder Kribbeln“ gesprochen wurde. Anschließend wurden die Probanden an einen sogenannten „Reizgenerator“ angeschlossen und gebeten, zunächst eine Geschmacksbewertung ohne taktile Reizung vorzunehmen. Sie erhielten einen umfangreichen Fragebogen mit vielen Rating-Skalen, auf denen sie fünf verschiedene Sorten von Crackern, die als „besonders kalorienarm“ bezeichnet wurden, einschätzen sollten. Hierfür sollten sie so viele Cracker essen wie nötig waren, um eine möglichst genaue Beurteilung abgeben zu können. Tatsächlich waren die Autoren nicht an den Geschmacksbewertungen interessiert, sondern nur an der Menge verzehrter Cracker. Um aber zu verhindern, dass einige Probanden sich absichtlich zurückhielten, weil sie wussten, dass ihr Essverhalten untersucht werden sollte, wurde der wahre Grund der Studie verschwiegen und die Bedeutung des „Geschmackstests“ herausgestellt.

Es fanden sich die vorhergesagten Effekte: Während die normalgewichtigen Versuchspersonen im hungrigen Zustand mehr Cracker aßen als im satten Zustand, verzehrten die übergewichtigen in beiden Bedingungen etwa gleich viel. Auch die Angstmanipulation hatte auf Normalgewichtige die erwartete Auswirkung: In der Bedingung „starke Angst“ nahmen sie wesentlich weniger zu sich als in der Bedingung „geringe Angst“. Die Übergewichtigen dagegen zeigten sich von den unterschiedlichen Instruktionen unbeeinflusst und aßen wiederum in beiden Bedingungen etwa gleich viele Cracker. Die Interaktion der beiden Faktoren wurde nicht signifikant. Insgesamt gesehen verzehrten normal- und übergewichtige Teilnehmer eine vergleichbare Nahrungsmenge. Die Autoren erklären diesen Befund damit, dass die als neutral zu bezeichnenden Cracker weder als besonders verlockend noch besonders abstoßend empfunden werden und ein Überessen bei Übergewichtigen nur dann beobachtet wird, wenn es sich um sehr schmackhafte Speisen wie Milch-Shakes (vgl. Rodin, 1975a, Abschnitt 2.2.2.1.3) oder Eiscreme (vgl. Nisbett, 1968b, Abschnitt 2.2.2.1.4) handelt. Einen weiteren Beleg für die verminderte Sensitivität gegenüber internen Reizen bei Übergewichtigen lieferte eine Feldstudie von Nisbett und Kanouse (1969), in der das Einkaufsverhalten von Personen in unterschiedlichen Deprivationszuständen beobachtet wurde. Die Autoren begründen die Wahl dieses nicht konsumatorischen Verhaltens damit, dass bei der Untersuchung des tatsächlichen Essverhaltens immer eine Konfundierung von internen Reizen (zunehmende Sättigung) und externen Reizen (Verhalten wird beendet, wenn alle „Hinweisreize“ verspeist sind) besteht. Beim Einkaufen von Lebensmitteln dagegen ändert sich durch das Verhalten weder der interne Zustand noch die Menge an vorhandenen externen Reizen. Es wurde von der Annahme ausgegangen, dass die Attraktivität der vorhandenen Nahrungsreize für Normalgewichtige mit zunehmender Deprivation steigen sollte und diese Personen daher vermehrt zu ungeplanten Impulskäufen neigen sollten. Für Übergewichtige wurde ein solcher Zusammenhang nicht angenommen. Hypothesenkonform ergab sich für die Normalgewichtigen eine positive lineare Beziehung zwischen der Dauer der Deprivation und

des gezahlten Geldbetrages. Dabei überstieg dieser Betrag mit zunehmender Deprivation auch mehr und mehr die zuvor geplante Geldsumme, so dass die Autoren davon ausgehen, dass es sich hier tatsächlich um Impulskäufe handelte. Diese Interpretation wird noch durch die Beobachtung unterstützt, dass Individuen in einem starken Hungerzustand länger für ihren Einkauf benötigten als Personen mit geringerer Deprivation. Für die Übergewichtigen fand sich dagegen ein umgekehrtes Bild: Je länger die letzte Mahlzeit zurücklag, umso weniger kauften sie ein. Dabei entsprach die ausgegebene Geldsumme jeweils in etwa dem vorher geplanten Betrag. Die Autoren vermuten hier, dass dieses unerwartete Verhalten sich damit erklären lässt, dass die vorherige Nahrungsaufnahme für die Übergewichtigen ein Hinweisreiz ist, der sie dazu veranlassen könnte, weitere Nahrung zu beschaffen. Allerdings ist dies nur eine spekulative Annahme, die dem Ergebnis einer anderen Studie (Nisbett, 1968a), dass Übergewichtige sich nach dem Essen nicht einmal die leicht verfügbare, aber außer Sicht befindliche Nahrung aus dem Kühlschrank holten, widerspricht.

2.2.2.1.3 Zusammenhang von Externalität und der Reaktion auf externe Reize

In einer Reihe von Studien untersuchte die Arbeitsgruppe um Schachter und Rodin die Bedeutung verschiedenster externer Reize für das Essverhalten übergewichtiger Personen.

Schachter und Gross (1968) manipulierten beispielsweise in einer Studie eine Uhr im Versuchsraum so, dass sie innerhalb eines Zeitraumes von 30 Minuten entweder eine verstrichene Zeit von 15 oder 60 Minuten suggerierte. Sie nahmen an, dass Übergewichtige wesentlich mehr essen, wenn sie von einem längeren Zeitraum ausgehen, während Normalgewichtige in der 60-Minuten-Bedingung nur etwas mehr essen sollten als in der 15-Minuten-Bedingung.

Unter dem Vorwand der Aufnahme physiologischer Baseline-Werte saß jede Versuchsperson allein in dem Versuchsraum mit der veränderten Uhr. Als der Versuchsleiter tatsächlich nach 30 Minuten wieder den Raum betrat, brachte er eine Schachtel mit Crackern mit, von denen er selbst einige aß und auch dem Probanden wiederholt anbot. Die Versuchsperson wurde anschließend wiederum für 15 Minuten (ohne Zeitmanipulation) allein gelassen, um einen Fragebogen auszufüllen. Dabei konnte sie sich frei an den Crackern bedienen.

In einer ersten Analyse zeigte sich, dass Übergewichtige doppelt so viel aßen, wenn ihnen eine Zeit von 60 Minuten für die Baseline-Erhebung suggeriert worden war als in der 15-Minuten-Bedingung. Damit entspricht der Befund der Hypothese, dass der externe Reiz „Uhrzeit“ für sie einen Hinweis für den Beginn der Nahrungsaufnahme darstellte. In einer Zusatzanalyse wurden die Teilnehmer zusätzlich sowohl anhand der tatsächlichen als auch der suggerierten Zeit danach unterteilt, ob der Zeitpunkt des Crackerangebots vor oder nach ihrer gewöhnlichen Abendbrotzeit lag. Hintergrund dieser Unterteilung war die Annahme, dass Personen, die in der Regel vor diesem Termin aßen, in einem stärkeren physiologischen Hungerzustand sein müssten als Personen, die üblicherweise später aßen. Entsprechend der Exter-

nalitäts-Hypothese sollte jedoch die Menge der aufgenommenen Nahrung bei den Übergewichtigen hauptsächlich von der manipulierten Zeit abhängen, während für die Normalgewichtigen kein solcher Zusammenhang angenommen wurde. Tatsächlich fand sich ein starker Einfluss der fingierten Uhrzeit auf das Essverhalten der Übergewichtigen. Dieser zeigte sich am deutlichsten zwischen den folgenden zwei Gruppen: Teilnehmer, für die der Crackerverzehr tatsächlich **vor**, laut Manipulation aber **nach** ihrer Essenszeit lag, aßen etwa dreimal so viel wie Personen, denen die Cracker tatsächlich **nach**, laut Manipulation aber **vor** dem Abendessen angeboten wurden. Für Normalgewichtige fand sich dieser Effekt nicht.

Rodin (1975a) untersuchte in einer Folgestudie, ob sich Übergewichtige bei ihrer Zeiteinschätzung auch in nicht nahrungsbezogenen Situationen stärker an externen Reizen orientieren als Normalgewichtige. Sie kam zu dem Ergebnis, dass Übergewichtige wesentlich größere Schwierigkeiten mit der Zeitschätzung haben als Normalgewichtige, wenn ihnen nur interne Reize zur Verfügung stehen. Außerdem ließen sich die Übergewichtigen bei ihrer Zeiteinschätzung stärker von der Art der Aufgabe und des Reizmaterials beeinflussen als die Normalgewichtigen. Zusätzlich demonstrierte Rodin den Zusammenhang der fehlerhaften Zeiteinschätzung der Übergewichtigen mit ihrem Essverhalten. Zusammenfassend weisen die Ergebnisse daraufhin, dass Übergewichtige häufiger und mehr essen, wenn sie langweiligen Tätigkeiten nachgehen als wenn sie mit interessanten Aktivitäten beschäftigt sind. Auch das Vorhandensein direkt nahrungsassoziierter Reize (Text über Nahrung) erhöht bei ihnen die Menge der aufgenommenen Nahrung (Milch-Shake), während das Essverhalten Normalgewichtiger von diesen externen Reizen weitgehend unbeeinflusst bleibt.

In normalen Alltagssituationen, in denen die Uhrzeit oder die Tätigkeit jeweils nur einen unter einer Fülle von möglichen nahrungsrelevanten Reizen darstellt, sind die Bedingungen, unter denen eine übergewichtige Person eine Mahlzeit beginnt oder beendet, allerdings als wesentlich komplexer anzusehen. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Frage nach der Salienz der Reize und der Anstrengung, die nötig ist, um die gewünschte Nahrung zu bekommen. Auch in diesen Punkten wurden bereits deutliche Unterschiede im Verhalten von Personen mit Normal- und Übergewicht gefunden:

Ross (1974) variierte in einem Experiment die Salienz der Nahrungsreize sowohl über äußere Bedingungen (Beleuchtung) als auch über die kognitive Beschäftigung mit der Nahrung. Die Ergebnisse zeigen für Übergewichtige einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Salienz der Reize und der Menge der verzehrten Nahrung, der bei Normalgewichtigen nicht beobachtet werden konnte.

Nisbett (1968a) untersuchte in einer Studie, die wiederum als „Erfassung physiologischer Baseline-Werte“ getarnt war, den Einfluss der Anzahl externer Nahrungsreize auf das Essverhalten **deprivierter** Personen. Manipuliert wurde in dem Versuch die „Quantität sichtbarer Nahrung“ durch die Anzahl der auf einem Teller bereitliegenden Sandwiches. Der Autor nahm an, dass hungrige Versuchspersonen mit Unter- oder Normalgewicht entsprechend ihres

physiologischen Zustands handeln und sich bei nur einem bereitliegenden Sandwich weitere aus einem im Raum befindlichen Kühlschrank holen sollten, während sie von drei angebotenen Broten etwas übrig lassen müssten. Von den übergewichtigen Personen wurde erwartet, dass sie essen würden, bis alle „Hinweisreize“ verschwunden wären. Die Ergebnisse bestätigen diese Vorhersage. Während Unter- und Normalgewichtige in beiden Bedingungen gleich viel zu sich nahmen, aßen die Übergewichtigen bei drei bereitliegenden Sandwiches 57 % mehr als bei einem. Ein Vergleich der absolut verzehrten Menge unterstreicht diesen Befund. In der Bedingung „viele Nahrungsreize“ verzehrten die Übergewichtigen signifikant mehr als die anderen beiden Gruppen. Waren nur wenige Nahrungsreize verfügbar, unterschieden sich die drei Gruppen nicht. Übergewichtige scheinen also in der Regel solange alles aufzuessen, bis ihr Teller leer ist, während andere Personen häufiger etwas liegen lassen. Das beobachtete Verhalten wurde durch Daten aus Fragebögen unterstützt: Von den befragten Übergewichtigen (N = 95) gaben 53.7 % an, ihren Teller regelmäßig leer zu essen, von den Normalgewichtigen (N = 83) waren es 39.8 % und von den Untergewichtigen (N = 82) nur 26.8 %.

In dieser Studie blieb jedoch die Frage offen, warum sich die Übergewichtigen nicht mehr Nahrung aus dem Kühlschrank holten, wenn sie nur ein Sandwich auf dem Teller hatten. Als mögliche Erklärungen führt der Autor sowohl die unterschiedliche Salienz der Reize (auf dem Teller ist Nahrung ein wesentlich deutlicherer Hinweisreiz als hinter verschlossener Kühlschranktür) als auch die nötige Anstrengung an, um die Nahrung zu bekommen.

Schachter und Friedman (1974) versuchten in einem ähnlichen Experiment, die beiden Einflussfaktoren voneinander zu trennen und fanden, dass nicht die Salienz der Reize, sondern die Anstrengung zum Erreichen der Nahrung entscheidend für das Essverhalten der Übergewichtigen war. Unterstützung erhalten diese Ergebnisse auch durch eine Feldstudie (Schachter, Friedman & Handler, 1974), in der die Autoren herausfanden, dass westliche, übergewichtige Gäste in chinesischen Restaurants seltener mit Stäbchen aßen als normalgewichtige. Die Autoren erklären diese Beobachtung damit, dass Übergewichtige bei der Präsenz von Nahrungsreizen den schnellsten und ökonomischsten Weg mit der geringsten Anstrengung bevorzugen, die Nahrung aufzunehmen, während Normalgewichtige diese Tendenz nicht so stark zeigen.

Allerdings kann es auch in der oben genannten Studie von Schachter und Friedman (1974) zu einer Konfundierung der beiden Faktoren gekommen sein, da die Autoren als Nahrungsreize Nüsse einsetzen, die in der einen Bedingung bereits geschält waren und in der anderen erst mittels eines Nussknackers aus der Schale gelöst werden mussten. In dieser Bedingung kann zwar zum einen die Anstrengung, die zur Erlangung der Nahrung aufgewendet werden muss, eine entscheidend Rolle gespielt haben. Zum anderen könnte hier aber auch gleichzeitig wieder ein Salienz-Unterschied vorliegen, da die bereits verzehrfertigen Nüsse einen stärkeren Nahrungshinweis darstellten als die Nüsse, die sich noch in der Schale befanden.

Diese Kritik an zuvor durchgeführten Experimenten (Nisbett, 1968a; Schachter & Friedman, 1974) äußerte auch Johnson (1974), der die Salienz der Reize systematisch untersuchte. Er trennte hierzu die Variablen „Geschmack“ und „Aussehen“ der Nahrung, indem die Versuchspersonen entweder einen Bissen probierten, bevor sie mit der Arbeit begannen oder während der ganzen Arbeitszeit die Nahrung direkt vor sich liegen sahen. Dabei ergab sich, dass Übergewichtige mehr arbeiteten, um die gewünschte Nahrung zu erhalten als Normalgewichtige, wenn deutliche Hinweisreize vorhanden waren. Ein umgekehrter Effekt zeigte sich tendenziell, wenn Nahrungsreize weniger salient waren. Lagen beide Hinweisreize vor, arbeiteten die Übergewichtigen am meisten, bei nur einem Stimulus arbeiteten sie deutlich mehr, wenn die Nahrung permanent gezeigt wurde als bei einer einzelnen vorherigen Kostprobe. Auch hier scheint die direkte Präsenz der Nahrung entscheidend zu sein, während der Geschmacksreiz schnell seine Wirkung verliert, sobald die Nahrung verzehrt ist. Die besondere Bedeutung der Sichtbarkeit der Nahrung zeigte sich auch schon in dem Experiment von Ross (1974), bei dem die Übergewichtigen besonders viele Nüsse aßen, wenn diese hell beleuchtet wurden, während Geschmack und Geruch sowie die kognitive Beschäftigung mit der Nahrung einen weitaus geringeren Effekt hatten.

Zu einem ähnlichen Ergebnis wie Johnson (1974) kam Rodin (1975b) in einer Studie, in der Übergewichtige länger als Normalgewichtige dafür arbeiteten, einen von ihnen präferierten Milch-Shake zu bekommen. Zusätzlich fand sich allerdings eine Verstärkung des Effekts, falls die Übergewichtigen zuvor bereits ein Glas dieses Milch-Shakes erhalten hatten. Die Normalgewichtigen arbeiteten in dem Fall weniger lange. Für die Übergewichtigen kann angenommen werden, dass der vorherige Genuss der Nahrung einen salienten Hinweisreiz darstellte. Bei den Normalgewichtigen dagegen sollte durch den Konsum bereits eine gewisse Sättigung eingetreten sein, wodurch die Motivation, mehr zu bekommen, gesenkt wurde.

Eine Untersuchung von Wooley, Wooley und Woods (1975), in der als Hinweis auf den Anreizwert der Nahrung die Speichelrate der Teilnehmer erhoben wurde, unterstützt die bisher genannten Befunde. Normal- und übergewichtige Probanden erhielten an zwei verschiedenen Tagen zunächst entweder ein hoch- oder niedrigkalorisches Getränk als sogenanntes „Preload“. 60 Minuten später erfolgte eine Baseline-Messung ihrer Speichelrate und anschließend wurde ihnen auf einem Teller eine appetitliche Speise präsentiert, die sie später verzehren sollten. Während der Stimuluspräsentation wurden wiederholt Messungen der Speichelrate durchgeführt, bei denen der Proband jeweils gebeten wurde, sich lebhaft vorzustellen, die Speise zu essen und sich dabei auf den Geschmack zu konzentrieren. Die Ergebnisse zeigen, dass der unterschiedliche Kaloriengehalt des Preloads einen Einfluss auf die Speichelrate der Normalgewichtigen hatte, wohingegen Übergewichtige davon unbeeinflusst blieben. Sie produzierten in beiden Preload-Bedingungen mehr Speichel in Reaktion auf den Stimulus als in der Baseline-Messung. Für Normalgewichtige dagegen fand sich nur dann eine erhöhte Speichelrate in Reaktion auf den Reiz, wenn sie zuvor ein niedrigkalorisches Preload erhalten hatten.

Eine weitere Bedeutung der Salienz von Nahrungsreizen für die Externalität Übergewichtiger sahen Schachter und Gross (1968) auch in den Ergebnissen einer Befragung der studentischen Versuchsteilnehmer über ihre typischen Eßgewohnheiten. Sie gingen davon aus, dass allein die Uhrzeit im alltäglichen Leben der Probanden als Nahrungsreiz eine geringere Rolle spielt als z.B. die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln oder die Beobachtung anderer Personen beim Essen. So stellte sich heraus, dass von den 22 übergewichtigen Teilnehmern etwa doppelt so viele (59 %) angaben, häufig zwischen den Mahlzeiten zu essen als von den 24 normalgewichtigen (32 %). Des weiteren zeigten normalgewichtige Studenten an den Wochentagen Montag bis Freitag ein ähnliches Ernährungsverhalten wie auch an den Wochenenden. Übergewichtige Studenten dagegen aßen an den Wochenenden wesentlich unregelmäßiger als in der Woche, die stark durch äußere Gegebenheiten (Unterricht, Arbeitsgruppen, Sport etc.) und damit auch Nahrungsreize geprägt war. Eine Studie, in der die Probanden über 13 Tage lang ein Ernährungsprotokoll führen mussten, kam zu vergleichbaren, teilweise noch drastischeren Ergebnissen (Schachter, 1971a).

In einer Reihe von Feldstudien untersuchten Goldman, Jaffa und Schachter (1968) das Fastenverhalten religiöser Juden an einem heiligen Fastentag (*Yom Kippur*) und die Anpassung an unterschiedliche Essenszeiten bei Flugpersonal auf Transatlantik-Flügen. Sie fanden dabei, dass die Externalität übergewichtiger Personen zwar zu einem „Überessen“ führen kann, wenn viele saliente, nahrungsrelevante Reize vorhanden sind. Andererseits hatten Übergewichtige aber auch weniger Schwierigkeiten als Normalgewichtige, ihre Nahrungszufuhr einzuschränken, falls keine Nahrungsreize verfügbar waren oder sich an neue Essenszeiten zu gewöhnen, wenn sie entsprechenden Hinweisreize bekamen.

2.2.2.1.4 Zusammenhang von Externalität und der Reaktion auf Geschmacksreize

Ein weiterer Faktor, der das Essverhalten von übergewichtigen Individuen zu bestimmen scheint, ist der Geschmack bzw. die Qualität der Nahrung. Hierzu fanden Goldman, Jaffa und Schachter (1968), dass 86.5 % der 37 befragten übergewichtigen Studenten in ihrem ersten Jahr am College ihren Vertrag für das unter Studenten eher unbeliebte Kantinenessen kündigten, während es bei den 149 normalgewichtigen Studienanfängern 67.1 % waren.

Einen vergleichbaren Effekt des Geschmacks auf die Menge der konsumierten Nahrung konnte Nisbett (1968b) in einem Experiment zeigen, in dem überprüft wurde, inwiefern das Körpergewicht der Versuchspersonen mit der Menge verzehrter Nahrung zusammenhing. Während die Menge verzehrter Eiscreme bei den normal- und untergewichtigen Personen relativ unbeeinflusst von ihrer hedonischen Bewertung blieb, aßen Übergewichtige mehr, wenn sie das Eis als wohlschmeckend einschätzten und weniger, wenn sie es nicht mochten. Dieser Befund passt auch zu dem von Rodin (1975a) berichteten Ergebnis, dass Übergewichtige unabhängig von der Art des zuvor präsentierten Reizmaterials immer mehr von dem

(vermutlich wohlschmeckenden) Milch-Shake zu sich nahmen als Normalgewichtige. Nisbett stellte allerdings darüber hinaus fest, dass der Zusammenhang zwischen Geschmack und Menge der verzehrten Nahrung bei den Übergewichtigen nicht linear war, sondern dass es eine Art „Appetitlichkeits-Schwellenwert“ gab, nach dessen Überschreitung Übergewichtige große Mengen aßen, unabhängig davon, ob sie die Eiscreme als „in Ordnung“ oder als „exzellent“ beschrieben.

Im Gegensatz dazu hatte die Deprivation der Teilnehmer keinen Einfluss auf die von Übergewichtigen verzehrte Nahrung. Auch hier fand Nisbett einen interessanten Zusatzeffekt: In beiden Deprivationsbedingungen, die sich dadurch unterschieden, dass den Versuchspersonen entweder vor oder nach dem Servieren der Eiscreme Sandwiches angeboten wurden, aßen Übergewichtige entweder von beiden Speisen viel oder wenig, passten aber ihren Konsum nicht an die zuvor aufgenommene Nahrungsmenge an.

Erwähnenswert ist außerdem, dass 37 % der Normalgewichtigen, die angaben, in der Vorgeschichte an Übergewicht gelitten zu haben, sich überwiegend wie die Übergewichtigen verhielten und nicht wie Normalgewichtige ohne früheres Übergewicht. Eine mögliche Erklärung dieser Befunde wird im Rahmen des „Restrained-Eating-Konzeptes“ in Abschnitt 2.2.3.3 diskutiert.

Rodin (1975b) fand in einer ähnlichen Studie vergleichbare Geschmackseffekte: Sie ließ Personen mit Normalgewicht, Übergewicht und starkem Übergewicht (Adipositas) unter dem Vorwand eines „Geschmackstests“ eine beliebige Menge eines Milch-Shakes trinken, nachdem sie zuvor ein Sandwich gegessen hatten. Für übergewichtige und adipöse Versuchsteilnehmer ergab sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Geschmacksbeurteilung und der konsumierten Menge: Je höher sie die Valenz des Getränks beurteilt hatten, desto mehr nahmen sie zu sich. Normalgewichtigen tranken – vermutlich aufgrund kurzfristig wirkender Sättigungssignale – unabhängig von ihrer Präferenz immer in etwa die gleiche Menge.

2.2.2.1.5 Externalität bei nicht nahrungsbezogenen Reizen

Weitere Forschungsarbeiten führten zu einer Überarbeitung und Erweiterung der Externalitäts-Hypothese: In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass die erhöhte Sensitivität für externe Stimuli bei Übergewichtigen nicht auf nahrungsbezogene Reize beschränkt ist, sondern auch andere auditive und visuelle Reize betrifft. Besondere Bedeutung kommt auch in diesen Untersuchungen der Salienz der jeweiligen Reize zu: So ließen sich Übergewichtige durch saliente auditive Distraktor-Reize leichter von ihren primären, visuellen Aufgaben ablenken (Rodin, 1974a) als Normalgewichtige. Bei visuellen Tests zeigten Übergewichtige schnellere Reaktionszeiten bei einer Entscheidungsaufgabe, bessere Erkennungsleistungen bei tachistoskopischer Darbietung von Worten und bessere Erinnerungsleistungen bei sofortiger Wiedergabe des Lernmaterials als Normalgewichtige (Rodin, Herman & Schachter, 1974).

Ausgehend von den Gedächtnisbefunden untersuchte Pliner (1973a), inwieweit die Zeitschätzung übergewichtiger Probanden von der Menge der in dieser Zeit präsentierten salienten Stimuli bestimmt wird. Wie erwartet zeigte sich für Übergewichtige ein starker Effekt der Salienz auf die geschätzte Dauer der Reizpräsentation: Hörten sie Aufnahmen mit lauten Tönen (hohe Salienz), schätzten sie die Dauer der Stimulusvorgabe als länger ein als bei leisen Tönen (geringe Salienz).

In einer weiteren Studie konnte Pliner (1973b) nachweisen, dass Übergewichtige sich auch darin von Normalgewichtigen unterscheiden, dass sie bei Vorgabe salienter Außenreize eher an ein mit diesen Reizen verbundenes Thema denken als an andere Inhalte. Darüber hinaus stellte die Autorin fest, dass die übergewichtigen Versuchsteilnehmer insgesamt mehr Gedanken äußerten, die sich auf ihre aktuelle Situation und die Versuchsumgebung bezogen, während Normalgewichtige eher über andere, versuchsirrelevante Themen (Arbeit, Partner) nachdachten. Neben der Erhebung der subjektiven Antworten der Probanden untersuchte Pliner als objektives Maß die Zeitspanne, die ein Teilnehmer seine Hand in Eiswasser tauchen konnte, ohne Schmerzen zu empfinden. In der Bedingung „salienter Hinweisreiz“ berichteten die Übergewichtigen später über die Wahrnehmung von Schmerzen als die Normalgewichtige. War jedoch kein salienter Hinweisreiz vorhanden, kehrte sich das Verhältnis um. In der Kontrollbedingung, in der kein Thema vorgegeben wurde, hatten beide Gruppen vergleichbare Schmerzlatenzen. Auch dieser Befund spricht also dafür, dass Übergewichtige sich stärker durch aktuelle, externe Reize beeinflussen lassen als Normalgewichtige.

Ein potentieller Kritikpunkt dieser Studien liegt in der Möglichkeit, dass Übergewichtige nicht sensitiver für externe Reize sind, sondern nur eine starke Tendenz haben, entsprechend der sozialen Erwünschtheit zu handeln. Sie könnten bessere Ergebnisse in den verschiedenen Tests erzielen, weil sie sich bemühen, ihre Aufgabe besonders gut zu erledigen und sich selbst als besonders bemüht darzustellen. Diesen Einwand konnten Rodin und Slochower (1974) allerdings in einem Experiment widerlegen, in dem neben der Gedächtnisleistung die *compliance* der Versuchspersonen über ihre Hilfsbereitschaft operationalisiert wurde. Die Ergebnisse replizieren vorherige Befunde dahingehend, dass die übergewichtigen Teilnehmerinnen die besten Lernleistungen zeigten, wenn sie Reize hoher Salienz (sinnvolle Silben) ohne Ablenkung lernen konnten. Bei Reizen niedriger Salienz und starker Ablenkung zeigten sie die schlechtesten Ergebnisse. In Bezug auf die Erfüllung der Bitte einer angeblich weiteren Versuchsteilnehmerin zeigten sich Übergewichtige generell nicht hilfsbereiter als Normalgewichtige, reagierten aber stärker als diese auf das Verhalten der anderen Person: Während die Hilfsbereitschaft der Normalgewichtigen nicht vom Verhalten der anderen Person beeinflusst wurde, waren die Übergewichtigen hilfsbereiter als die Normalgewichtigen, wenn sich die Bittstellerin in der vorangehenden Versuchsphase freundlich verhalten hatte. War sie dagegen unfreundlich aufgetreten, waren die Übergewichtigen weniger hilfsbereit als die Normalgewichtigen. Auch dieses Ergebnis lässt sich wieder im Sinne einer erhöhten Sensitivität und somit einer extremeren Reaktion auf saliente Außenreize interpretieren. Die Befunde belegen

deutlich, dass bessere Ergebnisse der Übergewichtigen in verschiedenen Tests zur externen Sensitivität nicht durch eine höhere *compliance* verursacht werden können.

2.2.2.1.6 Zusammenhang von Externalität und Emotionalität

Im Rahmen der Forschungen zur Externalität fanden sich auch Hinweise auf eine erhöhte emotionale Reagibilität übergewichtiger Personen (Rodin, Elman & Schachter, 1974; Rodin, 1974b; Pliner, 1974).

Rodin, Elman und Schachter (1974) fanden z.B., dass Übergewichtige auf die in der Studie von Rodin (1974a) als Distraktor eingesetzten Tonbadaufnahmen mit negativem emotionalen Inhalt (Bericht über Hiroshima oder Leukämie) emotionaler reagierten als die normalgewichtigen Kontrollpersonen. Gleichzeitig zeigten sie bei neutralen Aufnahmen (Textpassage über Regen oder Muscheln) eine geringere Emotionalität als Personen der Kontrollgruppe. In der Studie von Schacher, Goldman und Gordon (1968) beschrieben sich die übergewichtigen Probanden, denen starke Stromschläge angekündigt worden waren, als tendenziell ängstlicher als normalgewichtige Teilnehmer in derselben Bedingung. In einem Experiment von Rodin (1974b), in der die Versuchspersonen zwischen zwei Aufgaben wählen konnten, arbeiteten Übergewichtige mehr als Normalgewichtige an der Aufgabe, mit deren Lösung sie angeblich einen elektrischen Schlag verhindern konnten. Normalgewichtige bevorzugten dagegen die Aufgabe, für deren Lösung ein Geldbetrag versprochen wurde, während der Schmerzreiz in Kauf genommen wurde. Auch zeigten sich Übergewichtige gegenüber Normalgewichtigen in ihrer Lernleistung deutlich beeinträchtigt, wenn einem Fehler hin und wieder ein Stromschlag folgte (Rodin, Elman & Schachter, 1974).

Pliner, Meyer und Blankenstein (1974) führten zwei Studien durch, um nachzuweisen, dass die stärkeren emotionalen Reaktionen der Übergewichtigen auf negative Reize auf einer generell erhöhten Affektivität beruhen und somit auch bei positiven Reizen auftreten sollten. Im anderen Fall müsste eine alternative Erklärung der vorherigen Befunde durch eine erhöhte Depressivität oder Ängstlichkeit dieser Gruppe in Betracht gezogen werden. In einer ersten Untersuchung schätzten übergewichtige und normalgewichtige männliche Probanden jeweils ein positives, ein neutrales und ein negatives Farbdia auf sieben Rating-Skalen ein, aus denen anschließend ein Summenwert für „Emotionalität“ berechnet wurde. Entsprechend der Annahme einer generell erhöhten Emotionalität beurteilten Übergewichtige das angenehme Dia als positiver und das unangenehme als negativer als die normalgewichtige Kontrollgruppe, während sich für das neutrale Dia keine Gruppenunterschiede ergaben. Unterstützt wird dieses Ergebnis auch durch den Befund von Rodin (1975b), dass Übergewichtige die Valenz eines Milch-Shakes extremer beurteilten als Normalgewichtige. Sie gaben also – unabhängig davon, ob sie das Getränk als positiv oder negativ bewerteten – immer höhere Werte an als die Normalgewichtigen.

In einer zweiten Untersuchung beobachteten Pliner, Meyer und Blankenstein (1974) die Reaktion von 79 Kindern im Alter zwischen einem Monat und sechs Jahren auf einen angenehmen und einen unangenehmen Reiz in einem Krankenhaus. Als unangenehmer Reiz wurde die Blutabnahme durch eine hierfür spezialisierte Krankenschwester ausgewählt. Als angenehmer Reiz galt das anschließende Beruhigen und Trösten durch die jeweilige Betreuungsschwester. Es zeigte sich, dass sich bei der Reaktion auf den unangenehmen Reiz die übergewichtigen Kinder ($N = 20$) in ihrer eingeschätzten Emotionalität nicht von den normalgewichtigen unterschieden. In der angenehmen Situation dagegen beruhigten sich die übergewichtigen Kinder wesentlich schneller wieder als die normalgewichtigen und zeigten sich somit stärker von der aktuellen Situation beeinflusst als die normalgewichtigen (vgl. auch die Studie von Rodin, 1974a, in der Übergewichtige in ihrer Aufgabenleistung nicht durch *vorher* präsentierte Distraktoren beeinträchtigt waren).

Bei einer Untersuchung der Hautleitfähigkeit (Yaremko, Fisher & Price, 1975) zeigten Übergewichtige gegenüber Normalgewichtigen erhöhte Reaktionen auf auditive Reize, die im Rahmen einer Klassischen Konditionierung als konditionierte Reize mit Stromschlägen gekoppelt wurden. In der Phase der Konditionierung, in der aus dem zuvor neutralen Ton ein salienter, aversiver Reiz wird, sollten Übergewichtige deutlich stärkere Reaktionen zeigen als Normalgewichtige. Für die vorausgehende Habituations- und die nachfolgende Extinktionsphase, in denen der Ton jeweils allein dargeboten wurde, erwarteten die Autoren keine Gruppenunterschiede. Das zunächst unerwartete Ergebnis, dass Übergewichtige in **allen drei** Phasen des Versuchs generell stärkere Reaktionen aufwiesen als Normalgewichtige, erklären die Autoren damit, dass diese Gruppe den Ton schon von Beginn an als salient wahrgenommen haben kann. Allen Teilnehmern war nämlich bereits vor Versuchsbeginn bekannt, dass sie zu irgendeinem Zeitpunkt während des Versuchs Stromschläge bekommen würden. Diese Erklärung steht im Einklang mit den Befunden von Schachter und Rodin, dass Übergewichtige bei der Androhung von Stromstößen ängstlicher sind und ein höheres Vermeidungsverhalten aufweisen als Normalgewichtige. Eine genauere Betrachtung der Daten zeigt außerdem, dass sich bei Übergewichtigen in der ersten Versuchsphase eine ähnliche Abnahme der Reaktionsstärke fand wie bei Normalgewichtigen, sie also auch an den Reiz habituierten, allerdings auf einem höheren Reaktionslevel. Für die Extinktionsphase ergab sich interessanterweise, dass nur Übergewichtige die erwartete Verringerung der Reaktionsstärke zeigten, während für Normalgewichtige dieser Rückgang nicht gefunden wurde. Auch dieses Ergebnis passt zu den vorher genannten Befunden von Rodin (1974a) und Pliner et al. (1974), dass Übergewichtige sich nur von aktuellen externen Stimuli beeinflussen lassen. Dagegen haben Reize, die vorher gegeben worden waren (wie die Stromschläge während der Konditionierung) auf das derzeitige Verhalten keinen Einfluss mehr.

2.2.2.1.7 Kausale Beziehungen zwischen Externalität und Übergewicht

Zur Frage des kausalen Zusammenhangs zwischen Übergewicht und einer allgemein erhöhten Sensitivität für externe Reize fanden verschiedene Autoren Hinweise darauf, dass die erhöhte Externalität dem Übergewicht vorausgehen und es damit begünstigen kann. In der Studie von Nisbett (1968b) verhielt sich ein Teil der Normalgewichtigen ähnlich wie die Übergewichtigen. Eine Analyse ihrer Fragebogendaten ergab, dass es sich um Personen handelte, die in ihrer Vorgeschichte übergewichtig gewesen waren. Ein vergleichbarer Befund zeigte sich in der Studie von Schachter und Friedman (1974), in der vormals übergewichtige Kontrollpersonen ebenso wie derzeit übergewichtige nur von den Nüssen ohne Schale aßen, nicht jedoch von denen mit Schale. Diese Ergebnisse stehen in Einklang mit den schlechten Erfolgsprognosen verschiedenster Programme zur Gewichtsreduktion: Während innerhalb einer kurzen Zeit oft eine starke Gewichtsabnahme verzeichnet werden kann, nehmen die meisten Übergewichtigen in einer ähnlich kurzen Zeit nach Ende des Programms wieder zu. Auch Decke (1970, zitiert nach Pliner, Meyer & Blankenstein, 1974) konnte bei einer Gruppe von Personen, die im Rahmen einer Studie kontrolliert zugenommen hatten, keine Anzeichen einer erhöhten Externalität entdecken, während die bereits übergewichtige Kontrollgruppe diese deutlich zeigte.

Rodin und Slochower (1976) lieferten mit einer Feldstudie einen weiteren wichtigen Beleg für die Richtung des kausalen Zusammenhangs zwischen Externalität und Gewichtszunahme: Zu Beginn eines 8-wöchigen Ferienlagers testeten sie 92 normalgewichtige Mädchen im Alter zwischen 9 und 15 Jahren hinsichtlich verschiedener Externalitäts-Maße und beobachteten ihre Gewichtsentwicklung über die gesamte Aufenthaltsdauer im Lager. Die Gruppe der Kinder mit der stärksten Externalität nahm erwartungsgemäß am meisten an Gewicht zu. Ein Vergleich mit 12 übergewichtigen Mädchen ergab, dass diese ebenfalls zunahmen und eine noch etwas stärkere Externalität aufwiesen. Die Autoren vermuten, dass die neue Umgebung für diese beiden Gruppen eine Reihe hoch salienter Nahrungsreize beinhaltete, auf die sie entsprechend mit einem gesteigerten Konsum reagierten. Einige Kinder mit etwas niedrigeren Externalitäts-Werten, die zuhause scheinbar mehr oder deutlichere Nahrungsreize erhielten als in diesem Sommerlager, nahmen während ihres Ferienaufenthalts leicht ab. Die Mädchen, bei denen sich das Gewicht im Verhältnis zur Größe nicht änderte, hatten die geringste Sensitivität für externe Reize.

2.2.2.1.8 Kritik an der Externalitäts-Hypothese

Trotz der verschiedenen Erweiterungen der Externalitäts-Hypothese kam Rodin Anfang der 1980er Jahre zu dem Schluss, dass dieses Konzept zu simpel und allgemein formuliert sei (vgl. auch Nisbett & Temoshok, 1976) und viele andere wichtige Aspekte der Ernährungsregulation wie z.B. genetische oder kulturelle Faktoren, unberücksichtigt lasse. Eine zunehmende Kritik an der Annahme, übergewichtige und normalgewichtige Personen unterschieden

sich bezüglich verschiedener Persönlichkeitsmerkmale und Essgewohnheiten entwickelte sich auch durch zahlreiche gegenteilige Befunde und eine mangelnde Replizierbarkeit früherer Ergebnisse. Abramson und Wunderlich beispielsweise, die 1972 eigentlich die Gültigkeit des psychosomatischen Konzeptes (vgl. Abschnitt 2.2) nachweisen wollten, konnten in einer Erweiterung des 1968 von Schachter, Goldman und Gordon durchgeführten Experiments zum Einfluss von Angst und Deprivation auf den Nahrungskonsum keinerlei Unterschiede zwischen normal- und übergewichtigen Personen finden.

Bei ihrer Kritik am Externalitäts-Konzept argumentiert Rodin (1980) u.a., dass die Aussage, Übergewichtige seien insensitiv gegenüber internen Hunger- und Sättigungssignalen, auf falschen Annahmen basiere: Schachter hatte sich bei der Formulierung seines Konzepts u.a. auf eine Arbeit von Stunkard und Koch (1964, zitiert nach Stunkard & Fox, 1971) gestützt, in der die Autoren eine hohe Korrelation zwischen Magenkontraktionen und erlebten Hungergefühlen bei normalgewichtigen Personen berichteten. Für Übergewichtige war in dieser Studie kein solcher Zusammenhang gefunden worden. Stunkard und Fox (1971) betonten in einem späteren Forschungsüberblick allerdings, dass sie mit verbesserten Methoden und längeren Messintervallen (24 statt 4 Stunden) einen Zusammenhang zwischen gastrischer Motilität und Hunger nur in einer Minderheit ihrer normal- und übergewichtigen Probanden feststellen konnten. Zudem konnte durch Training zwar die Wahrnehmung der Magenkontraktionen deutlich verbessert werden; dennoch kam es dadurch nicht zu einer erhöhten Korrelation mit Hungergefühlen oder zu einer Veränderung der Nahrungsaufnahme. Die Autoren schließen aus ihren Befunden, dass Kontraktionen im Gastrointestinal-Trakt nur ein instabiles und schwaches Hungersignal darstellen und höchstens nach längerer Deprivation zu einem empfundenen Hungergefühl beitragen könnten. In einer weiteren Arbeit von der Arbeitsgruppe um Stunkard (Adams, Ferguson, Stunkard & Agras, 1978), in der das normale Essverhalten beobachtet wurde, ergaben sich in keinem der untersuchten Parameter (z.B. verzehrte Menge, Anzahl Bissen, Dauer der Mahlzeit) Unterschiede zwischen Normal- und Übergewichtigen.

In Bezug auf Studien, in denen nachgewiesen werden sollte, dass Übergewichtige nicht auf variierende Preloads reagieren, betont Rodin (1980), dass sich viele Übergewichtige aufgrund bewusster Zurückhaltung (Restriktion) möglicherweise in einer starken Deprivationszustand befanden und daher nicht auf die Manipulation angesprochen haben könnten. Für einen hoch deprivierten Organismus kann es tatsächlich sein, dass ein Preload von 500 kcal ebenso wenig für eine Sättigung ausreicht wie ein Preload von 200 kcal und die übergewichtigen Probanden so in beiden Fällen auch nach dem Preload etwa die gleiche Kalorienmenge zu sich nahmen. Laut Rodin wäre die kurzfristige Nahrungsregulation der Übergewichtigen in einer solchen Situation sogar besonders gut an ihre physiologischen Bedürfnisse angepasst.

Eine alternative Erklärung für die scheinbar „mangelnde“ Sensitivität der Übergewichtigen für interne Reize sieht Rodin auch in der Tatsache, dass viele dieser Personen tatsächlich eine Reihe von metabolischen und endokrinologischen Besonderheiten wie z.B. eine Hyperinsulinämie aufweisen. Das könnte ihrer Meinung nach dazu führen, dass sie zwar auf andere

oder stärkere interne Reize reagieren als Normalgewichtige, nicht aber insensitiv gegenüber diesen Reizen sind.

Ein dritter Einwand gegen die Aussage, dass Übergewichtige weniger sensitiv für interne Signale sind als Normalgewichtige, stammt aus der Untersuchung der lang- und kurzfristigen Anpassung der Ernährung an einen wechselnden Kaloriengehalt der Nahrung. O. W. Wooley (1971) untersuchte die Menge konsumierter Nahrung bei sechs Über- und fünf Normalgewichtigen, die zehn Tage lang beliebig viel von einer Flüssignahrung (keine anderen Lebensmittel) zu sich nehmen durften. Dabei erhielt ein Teil der Personen in den ersten fünf Tagen eine hochkalorische Version des Getränks und in der restlichen Zeit eine niedrigkalorische Variante. Für die anderen Teilnehmer war die Reihenfolge umgekehrt. Es zeigte sich, dass die Personen ihre Nahrungszufuhr unabhängig vom Körpergewicht an den Kaloriengehalt der Nahrung anpassten. Allerdings war diese Anpassung nicht perfekt, sondern die Personen nahmen zwar von dem hochkalorischen Getränk eine geringere Volumenmenge, aber dennoch eine höhere Kalorienzahl zu sich als von der niedrigkalorischen Trinknahrung. Dabei zeigte sich sogar, dass drei der vier Personen mit der besten Regulation übergewichtig waren.

In einer weiteren Studie zur kurzfristigen Nahrungsanpassung untersuchte S. C. Wooley (1972) die Beziehung zwischen kognitiven und physiologischen Faktoren bei normal- und übergewichtigen Personen. Die Probanden erhielten jeweils an zwei Tagen ein hoch- oder ein niedrigkalorisches Getränk und wurden an jeweils einem dieser beiden Tage korrekt oder inkorrekt über dessen Kaloriengehalt informiert, bevor sie im Anschluss eine beliebige Menge Nahrung konsumieren durften. Es stellte sich heraus, dass die Probanden in einer nachträglichen Befragung nicht angeben konnten, an welchen Tagen sie tatsächlich die hoch- oder niedrigkalorische Variante des Milch-Shakes getrunken hatten. Auch schätzten sie die Kalorienmenge der tatsächlich oder nur vorgeblich „leichten“ oder „gehaltvollen“ Getränke sehr ähnlich ein. Auf den anschließenden Nahrungskonsum hatte der tatsächliche Kaloriengehalt der Milch-Shakes ebenfalls keinen Einfluss. Allerdings verzehrten die Personen wesentlich weniger und fühlten sich stärker gesättigt, wenn sie **glaubten**, vorher viele Kalorien zu sich genommen zu haben. Übergewichtige unterschieden sich in keiner der untersuchten Variablen von den Normalgewichtigen. Lediglich bei einer Einschätzung der Menge der verzehrten Sandwiches schienen Übergewichtige zu einer etwas stärkeren Unterschätzung zu neigen als Normalgewichtige. Eine bei Übergewichtigen gegenüber Normalgewichtigen verminderte Sensitivität für interne Reize wird mit den Ergebnissen dieser beiden Studien also deutlich widerlegt.

Bezogen auf die erhöhte Sensitivität Übergewichtiger gegenüber externen Reizen weist Rodin (1980) auf eine Reihe von Studien hin (vgl. z.B. Nisbett, 1968; Schachter & Friedman, 1974; Rodin & Slochower, 1976), in denen eine erhöhte Reaktion auf saliente externe Reize bei Personen aller Gewichtsgruppen gefunden wurde. Weiterhin fanden Nisbett und Temoshok (1976) in einer Studie, in der die Teilnehmer eine Reihe von Aufgaben bearbeiteten, die von Schachter und Rodin zuvor zur Bestimmung der „Externalität“ eines Versuchsteilnehmers

verwendet worden waren, keine oder nur sehr schwache Korrelationen der einzelnen Aufgaben untereinander oder mit dem Gewicht der Probanden. Anhand ihrer Ergebnisse ziehen die Autoren den Schluss, dass ein generelles Konzept von „Externalität“ oder „Reizgebundenheit“, wie es von Schachter und Rodin vorgeschlagen wurde, nicht existiere und sich höchstens Unterschiede zwischen Personen in spezifischen Aufgabenleistungen nachweisen lassen, die aber nicht mit dem Körpergewicht zusammenhängen. In ähnlicher Weise lassen sich die Ergebnisse von Rodin, Slochower und Fleming (1977) interpretieren. In verschiedenen Experimenten fanden die Autorinnen keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen Übergewicht und verschiedenen Externalitäts-Maßen. Auch nach einer Gewichtsreduktion änderte sich das Ausmaß der Externalität der Personen nicht. Allerdings fanden sich Unterschiede zwischen Normal- und Übergewichtigen in der Reaktion auf eine Geschmacksmanipulation der Testspeise: Übergewichtige zeigten sich in ihrer Nahrungsaufnahme wesentlich stärker durch den Geschmacksreiz beeinflusst als Normalgewichtige. Diese Differenz wurde noch größer, nachdem die Übergewichtigen 10 - 15 % Gewicht abgenommen hatten

Aufgrund der von ihr gesammelten Befunde, hält Rodin (1980, 1981) die Trennung von externen und internen Reizen – besonders in Bezug auf das Ernährungsverhalten – als zwei Pole eines Kontinuums, wie Schachter es 1971 postuliert hatte, für unangemessen. Sie schlägt dagegen vor, interne und externe Faktoren als – zumindest teilweise – voneinander abhängig anzusehen.

Wooley und Wooley (1973) fanden in Reaktion auf visuelle und kognitive Nahrungsstimuli eine im Vergleich zur Baseline erhöhte Speichelproduktion, die auf eine Änderung des physiologischen Zustands des Organismus, beispielsweise im Sinne eines erhöhten Arousals, hindeuten. Rodin und Mitarbeiter (1977, zitiert nach Rodin, 1981) untersuchten die Insulinausschüttung von Personen mit unterschiedlicher Externalität während der Zubereitung eines Steaks. Tatsächlich zeigten die Personen mit den höchsten Externalitäts-Werten auch die höchste Insulinausschüttung. Somit ließ sich wiederholt zeigen, dass externe Reize zu Änderungen in physiologischen, also internen Prozessen führen können.

Auch für die umgekehrte Wirkungsrichtung fand man Hinweise, z.B. eine erhöhte Präferenz für süßen Geschmack nach Deprivation und eine Ablehnung desselben Reizes nach Sättigung (Cabanac, 1971, Nisbett 1972). Rodin betrachtet aus diesen Gründen auch Studien, in denen als externer Reiz der Geschmack einer Speise eingesetzt wurde, als irreführend, da sich wiederholt eine enge Beziehung zwischen der Geschmacksbewertung und dem Deprivationszustand eines Individuums gezeigt hat (siehe z.B. Wooley & Wooley, 1973). Die starke Bevorzugung und damit verbundene Aufnahme von schmackhaften (vor allem süßen) Speisen bei Übergewichtigen könnte also wiederum nur ihre physiologische Mangelsituation reflektieren.

Ausgehend von der heterogenen Befundlage und einer Reihe zusätzlicher Effekte, die sich durch das Externalitäts-Konzept ebenfalls nicht erklären ließen, wurden neue Modelle entwickelt und z.T. intensiven empirischen Prüfungen unterzogen. Die beiden bekanntesten An-

sätze stammen von Autoren, die zuvor selbst an den Forschungen zu Übergewicht und Externalität beteiligt gewesen waren: Die „Set-Point-Theorie“ von Nisbett und das Konzept des *restrained eating* von der Arbeitsgruppe um Herman, die der Erforschung des menschlichen Ernährungsverhaltens neue Impulse gegeben haben, sollen im Folgenden vorgestellt werden.

2.2.2.2 Die Set-Point-Theorie

2.2.2.2.1 Entwicklung der Set-Point-Theorie

Anhand zahlreicher Belege aus Tierstudien formulierte Nisbett (1972) die Annahme, dass jedes Individuum einen bestimmten, biologisch fest definierten Gewichtsbereich habe, der auch unter wechselnden Umgebungsbedingungen weitgehend konstant gehalten werde. Dieser sogenannte *set point* sei durch die Anzahl der Fettzellen eines Organismus bestimmt, die sich bei Gewichtszu- oder -abnahme zwar in ihrer Größe, nicht aber in ihrer Zahl verändern könnten. Festgelegt werde diese Anzahl zum einen durch Vererbung und zum anderen durch früheste Nahrungserfahrungen. Die Aufrechterhaltung des *set points* werde durch den *Hypothalamus* gesteuert (vgl. Abschnitt 2.2.1), wobei der laterale Teil, der auch schon von anderen Autoren als „Hungerzentrum“ bezeichnet wurde, für eine genügend hohe Nährstoffaufnahme Sorge. Der ventromediale Teil hingegen verhindere durch seine Funktion als „Sättigungszentrum“ einen zu hohen Nahrungskonsum. Das Körpergewicht werde so in sehr engen Grenzen sowohl durch metabolische als auch durch verhaltensrelevante Mechanismen reguliert, die eine Über- oder Unterversorgung mit Nährstoffen kompensieren.

Im Zusammenhang mit Übergewicht führt Nisbett (1972) eine Reihe von Human- und Tierstudien an, die ihn zu dem Schluss kommen lassen, dass übergewichtige Personen sehr häufig *unterhalb* ihres individuellen biologischen Set-Point-Gewichtes liegen. Sie befinden sich somit in einem chronischen physiologischen Hungerzustand, obwohl sie weit mehr wiegen als ihr berechnetes Normgewicht erlaubt. Nisbett stellte folgende Ähnlichkeiten zwischen übergewichtigen und deprivierten Individuen fest: Eine hohe Präferenz für einen süßen Geschmack oder wohlschmeckende Speisen, die beispielsweise Nisbett (1968b) und Rodin (1975) für Übergewichtige gefunden haben, zeigte sich in tierexperimentellen Untersuchungen wiederholt für Tiere in unterschiedlichen Deprivationszuständen. Auch eine stärkere Ablehnung bitterschmeckender Nahrung wurde bei hungrigen Tieren wiederholt belegt. In einer Re-Analyse der Daten seines Eiscreme-Experimentes (Nisbett, 1968b) gruppierte der Autor die Teilnehmer nicht nur nach ihrem aktuellen Gewicht (Unter-, Normal- und Übergewicht), sondern unterteilte die Probanden einer Gewichtsguppe jeweils in „Personen, die sich nahe an ihrem *set point* befinden“ und „Personen, deren Gewicht unter ihrem *set point* liegt“. Trotz dieser künstlichen Einteilung anhand eines willkürlich gesetzten Kriteriums zeigte sich folgender Effekt in allen drei Gewichtsguppen deutlich: Bei Probanden, die sich unterhalb ihres *set points* befanden, war die Differenz zwischen der konsumierten Menge wohlschmeckender

und bitterer Eiscreme wesentlich größer als bei Personen, die Set-Point-Gewicht hatten. Auch hier fand sich also wieder eine starke Geschmacksabhängigkeit bei Personen, von denen angenommen werden kann, dass sie sich – unabhängig von ihrem Normgewicht – in einem Deprivationszustand befinden.

Ähnlich wie Rodin sieht Nisbett (1972) in der Tatsache, dass Übergewichtige trotz variierender Preload-Bedingungen ähnliche Hunger-Einschätzungen angaben, hohe Nahrungsmengen konsumierten und nach Sättigung keine Aversion gegen einen süßen Geschmack empfanden (Cabanac & Duclaux, 1970) einen direkten Beleg für ihren Mangelzustand.

Auch in anderen Bereichen, in denen Auffälligkeiten von Übergewichtigen berichtet wurden – wie eine erhöhte emotionale Reagibilität und Ablenkbarkeit durch emotionale Stimuli – sieht Nisbett Parallelen zu deprivierten Individuen: In der groß angelegten „Minnesota-Studie“ (Keys, Brozek, Henschel, Mickelsen & Taylor, 1950) reduzierten 36 gesunde junge Männer über einen Zeitraum von 24 Wochen durch eine drastische Nahrungseinschränkung ihr Körpergewicht freiwillig um etwa 24 %. Während der Hungerperiode gaben die Probanden eine erhöhte Launenhaftigkeit, Reizbarkeit und Lärmempfindlichkeit bei gleichzeitig zunehmender Depressivität und Apathie an. Weiterhin litten sie unter einer verminderten Selbstdisziplin und Konzentrationsproblemen. Ähnliche Vergleiche lassen sich für die sexuelle und körperliche Aktivität ziehen, die sowohl bei den Teilnehmern der Minnesota-Studie als auch bei Übergewichtigen als deutlich reduziert gegenüber Normalgewichtigen beschrieben wurde.

Auf physiologischer Ebene stellte Nisbett fest, dass die Anzahl freier, (ungesättigter) Fettsäuren im Blut, ein typisches Kriterium für Nahrungsdeprivation, auch bei Übergewichtigen erhöht ist. Wurde Übergewicht jedoch experimentell herbeigeführt, zeigte sich kein Anstieg dieses Parameters, so dass sich der Befund nicht einfach auf den erhöhten Anteil des Fettgewebes zurückführen lässt. Gegen diese Alternativerklärung spricht auch der Nachweis eines weiteren Anstiegs der freien Fettsäuren bei Übergewichtigen, die bereits abgenommen hatten. Darüber hinaus fand man, dass der Blutspiegel freier Fettsäuren bei Übergewichtigen während einer kurzfristiger Deprivation weniger schwankt als bei Normalgewichtigen, deren Spiegel zunächst niedriger ist und sich im Laufe eines Fastentages an den der Übergewichtigen angleicht.

Zusammenfassend betrachtet Nisbett (1972) die aufgeführten Ergebnisse als einen Beleg für das 1971 von Cabanac und Mitarbeitern (Cabanac, Duclaux & Spector, 1971) vorgestellte Konzept eines „Ponderostaten“, der das Körpergewicht in sehr engen Grenzen konstant hält und Abweichungen vom *set point* nach oben oder unter sehr schnell entgegenwirkt. In zahlreichen Tierstudien, in denen Tiere mit Läsionen des ventromedialen *Hypothalamus* untersucht wurden, fanden sich deutliche Verhaltensauffälligkeiten, die eine hohe Ähnlichkeit zu allen genannten Verhaltensweisen hungriger Individuen aufweisen. Die Versuchstiere waren unruhiger und ängstlicher als ihre gesunden Artgenossen und zeigten kaum Sexualverhalten.

In Bezug auf ihre Ernährung waren sie sehr wählerisch und bevorzugten wohlschmeckende Nahrung (für einen Überblick siehe Schachter, 1971). Dabei konsumierten sie zunächst sehr viel mehr als die gesunden Tiere und nahmen sehr schnell an Gewicht zu. Nach dieser sogenannten „dynamischen“ Hyperphagie stabilisierte sich das Gewicht auf einem wesentlich höheren Niveau als vor der Schädigung. Nisbett nimmt daher an, dass die Versuchstiere tatsächlich hungrig waren und führt dies auf eine Erhöhung des Set-Point-Gewichtes zurück. Da das ursprüngliche Gewicht der Tiere wesentlich niedriger lag, mussten sie ihre Nahrungszufuhr nach der Läsion drastisch erhöhen, bis sie den neuen *set point* erreicht hatten und ihr Konsum sich in der Phase der „statischen“ Hyperphagie auf einem höheren Wert stabilisierte als bei normalen Tieren.

Aufgrund der genannten Ergebnisse vermutet Nisbett, dass die Funktion des ventromedialen *Hypothalamus* (VMH) im Rahmen der Ernährungsregulation hauptsächlich in der Aufrechterhaltung des *set points* im Sinne eines „Ponderostaten“ liegt. Unterstützt wird diese Annahme auch durch Studien, in denen gezeigt werden konnte, dass die elektrische Aktivität des VMH mit kurzfristigen Schwankungen im Energiehaushalt des Körpers variiert: Eine kurzfristige Nahrungsdeprivation führte zu einer verminderten Aktivität des VMH, während die Injektion einer Glucoselösung eine Aktivitätssteigerung der Neurone bewirkte. Auch umgekehrt konnte nachgewiesen werden, dass die künstliche Stimulation der Nervenzellen im VMH zu einem Beenden einer Mahlzeit führt, während die künstliche Inhibition der Aktivität die gegenteilige Reaktion hervorruft.

Ebenso wie Nisbett (1972) gehen auch Keeseey und Corbett (1985) von der Annahme eines individuell festgelegten Set-Point-Gewichtes aus: Die Autoren untersuchten den Zusammenhang von Nahrungszufuhr und Energieverbrauch bei Ratten mit einer Läsion des lateralen *Hypothalamus* (LH) sowie genetisch oder ernährungsbedingt übergewichtigen Ratten. Bei diesen Studien zeigte sich bei allen Tieren eine metabolische Regulation eines Set-Point-Gewichtes, unabhängig davon, ob dieses Gewicht unterhalb (Ratten mit LH-Läsion) oder oberhalb des normalen Körpergewichts lag. Je nachdem, ob die Ratten eine beliebige oder reduzierte Futtermenge erhielten oder mit wohlschmeckender Nahrung überfüttert wurden, passten sie ihren Energieverbrauch so an die Nahrungsbedingungen an, dass das Körpergewicht weitgehend konstant gehalten werden konnte. Bezogen auf das entsprechende Gewicht der Versuchstiere fanden sich im Vergleich zu gesunden Kontrolltieren keine Unterschiede des Energieumsatzes. Bei Nahrungsrestriktion oder Überfütterung war der Anstieg bzw. Abfall des Energieverbrauchs jeweils nicht proportional zur anfänglichen Zu- oder Abnahme des Gewichts, sondern überstieg diese deutlich. Ähnliche Befunde im Humanbereich stammen aus der Minnesota-Studie (vgl. Keys et al., 1950), in der die Teilnehmer 24 Wochen lang ihre Nahrungsaufnahme auf 50 % des Baseline-Wertes beschränkten. Sie verloren dabei etwa ein Viertel ihres Ausgangsgewichts und senkten währenddessen ihren Ruheumsatz um 40 %. Unter Berücksichtigung des gleichzeitigen Verlustes von stoffwechselaktivem Gewebe lag der Energiebedarf immer noch 16 % unter dem früheren Niveau. Auch die Anpassung des

Stoffwechsels an ein Überangebot an Nahrung konnte beim Menschen gezeigt werden. In einer Studie von Sims (1976) nahmen die Teilnehmer absichtlich eine erhöhte Kalorienmenge zu sich, um einen Gewichtsanstieg von 20 – 25 % zu erreichen. Von den 15 Probanden nahmen nur vier Personen (zwei davon mit Übergewicht oder Diabetes in der familiären Vorgeschichte) schnell an Gewicht zu, bei den anderen dauerte es vier bis sechs Monate, bis sich ein höheres Gewicht stabilisiert hatte. Einen noch stärkeren Hinweis auf die metabolischen Regulationsprozesse liefert ein Vergleich der Kalorienmenge, die zur Aufrechterhaltung des Körpergewichts vor und nach der Überernährung notwendig war: Benötigten die Probanden vor der Zunahme 27 kcal pro kg Körpergewicht, so kamen sie nach dem Gewichtsanstieg mit nur 10 kcal/kg mehr aus.

Während Keesey und Corbett (1985) ihre Ergebnisse also als einen eindeutigen Beleg für die metabolische Verteidigung eines engdefinierten Gewichtsbereichs interpretieren, halten sie die u.a. von Nisbett beschriebenen Verhaltensweisen der Tiere mit VMH-Läsionen (z.B. Gewichtsreduktion durch Vermeidung von bitterschmeckendem Futter) eher für eine Fehlregulation und sehen darin im Gegensatz zu Nisbett (1972) keine Anpassung der Energiebilanz auf einem erhöhten Niveau.

Wie bereits von Nisbett (1972) vermutet, stellt auch Faust (1985) die Bedeutung der Anzahl der Fettzellen heraus, die den Energiehaushalt zu einem großen Anteil mit bestimmen. Dabei geht der Autor davon aus, dass es bei Übergewicht meistens zu einem normalen Energiebedarf und -umsatz kommt, sobald das Gewicht nicht mehr steigt, sondern sich auf einem erhöhten Niveau stabilisiert. In einem Experiment dazu wurden weibliche Ratten über einen Zeitraum von 13 Monaten mit einem sehr fettreichen Futter ernährt. Bereits innerhalb der ersten 14 Tage des Versuchs nahmen die Ratten deutlich zu, senkten aber auch schon ihre Kalorienzufuhr. In den letzten vier Wochen der Studie erreichte das Gewicht ein Plateau, bei dem der Körperfettanteil bei den Versuchstieren um etwa das Zehnfache höher lag als bei den Kontrolltieren. Die Kalorienaufnahme der beiden Gruppen unterschied sich in dieser Zeit nicht mehr voneinander. In einer zweiten Experimentalphase erhielten die Ratten wieder ihr Standardfutter und nahmen durch einen verminderten Konsum schnell ab. In einer Replikation mit männlichen Ratten stellte der Autor fest, dass auch diese Tiere durch eine fettreiche Nahrung über einen Zeitraum von sechs Monaten eine anfängliche Gewichtszunahme zeigte. Anschließend verloren sie das Gewicht ebenfalls schnell wieder, als ihnen erneut das normale Futter gegeben wurde. Allerdings erreichten sie nicht mehr das Ausgangsgewicht, sondern waren etwa 15 % schwerer als vorher und hatten einen doppelt so hohen Körperfettanteil wie normale Tiere, obwohl auch sie einen normalen Energieumsatz zeigten.

Die Gewichtszunahme konnte in einem weiteren Versuch auf zwei verschiedene Mechanismen zurückgeführt werden: Zunächst erweiterte sich die Größe der bereits vorhandenen Fettzellen auf das Zwei- bis Dreifache des ursprünglichen Umfangs (hypertrophe Phase), anschließend setzte eine Vermehrung der Adipozyten (hyperplastische Phase) ein. Nachdem die Ratten zum Anfangsgewicht zurückgekehrt waren, hatten ihre Fettzellen wieder ihre normale

Größe, die Anzahl der Zellen hatte sich jedoch nicht verringert, wodurch sich der höhere Fettanteil dieser Tiere im Vergleich zu vormals nicht überfütterten Ratten erklären lässt. Weitere Untersuchungen kamen zu dem Ergebnis, dass Ratten mit einer erhöhten Anzahl von Adipozyten keinen veränderten Plasma-Insulinspiegel aufweisen (wie er bei Individuen mit vergrößerten Fettzellen gefunden wurde) und die Größe ihrer Fettzellen bei der Fütterung mit schmackhafter und unschmackhafter Nahrung ebenso variiert wie bei normalen Tieren. Da sie allerdings für eine Gewichtszu- oder -abnahme eine größere Anzahl von Fettzellen vergrößern oder verkleinern müssen, ist die Energiemenge, die im Vergleich zu Kontrolltieren zu- oder abgeführt werden muss, entsprechend größer. Diese Regulation der Nahrungsaufnahme aufgrund der Anzahl vorhandener Fettzellen führt so jeweils zu einer Gewichtsstabilisierung bei einer ausgeglichenen Energiebilanz. Außerdem könnte über diesen Mechanismus auch die scheinbar größere Geschmacksabhängigkeit der schwereren Tiere erklärt werden.

Besonders die Annahme, dass einmal angelegte Fettzellen (z.B. aufgrund von Nahrungserfahrungen in der frühen Kindheit oder genetischen Faktoren) nicht wieder abgebaut werden (Sjöström, 1980) und eine einmalige Gewichtszunahme so zwangsläufig zu einer Konstanthaltung eines höheren Körpergewichts führt, hat zu der hohen Popularität der Set-Point-Theorie (Keesey & Corbett, 1985; Keesey, 1993) in den 1980er und 1990er Jahren beigetragen. Das Konzept lieferte auch eine Begründung für die Probleme vieler Übergewichtiger, mit Gewichtsreduktionsprogrammen langfristige Erfolge zu erzielen, da sie nach einer Verkleinerung der Größe der vorhandenen Zellen durch eine reduzierte Nahrungsaufnahme ihren Körperfettanteil nicht weiter senken könnten.

Auch für den häufig zu beobachteten „Jojo-Effekt“, der sich in einer schnellen Gewichtszunahme nach einer Diät zeigt, bot das Konzept einen plausiblen Erklärungsansatz: Nach der Set-Point-Theorie herrscht vor dem Beginn einer Diät eine ausgeglichene Energiebilanz. Durch die Diät wird die Energiezufuhr gesenkt, wodurch es nach einer kurzfristigen Gewichtsabnahme zu einem Absinken des Energieverbrauchs kommt. Wird die Energieaufnahme nach der Diät wieder auf das Anfangsniveau erhöht, übersteigt sie den reduzierten Energieumsatz und es kommt so zu einer schnellen Gewichtszunahme, die oft über das frühere Gewicht hinausgeht.

2.2.2.2 Kritik an der Set-Point-Theorie

Trotz der zahlreichen Belege für einzelne Aspekte der Set-Point-Theorie wurde sie Mitte der 1990er Jahren vermehrt angezweifelt und teilweise widerlegt. Pudel und Westenhöfer (1998) führen eine Reihe von Studien an, die der Set-Point-Theorie widersprechen: Zum einen konnte wiederholt gezeigt werden, dass die Anzahl einmal angelegter Adipozyten durch einen massiven Gewichtsverlust (u.a. mit Hilfe gastrointestinaler operativer Verfahren wie z.B. einer Verkleinerung des Magenvolumens) auch wieder verringert werden kann (für einen Überblick siehe Sjöström, 1993). Zum anderen sehen die Autoren in der Angleichung des

Energieverbrauchs an die Körperzusammensetzung eher den Beleg für einen Steuermechanismus statt für eine Regulation, die auf einer aktiven Rückkopplung basiert. In verschiedenen Studien war nämlich ein direkter Zusammenhang zwischen einer ernährungsbedingten Veränderung der Körperzusammensetzung (Verhältnis zwischen fettfreiem Gewebe und Fettgewebes) und dem Energieverbrauch gefunden worden. Außerdem stellte man einen weiteren Zusammenhang zwischen dem Energieverbrauch und der aktuellen bzw. der kurz zuvor zugeführten Nahrungsmenge fest: Probanden, die nach einer Phase der normalen Ernährung eine kalorienreduzierte Diät erhielten, senkten bereits am ersten Tag der Diät ihren Energieverbrauch um 4.6 %. Im Verlauf des 8-wöchigen verringerten Kalorienzufuhr sank der Verbrauch um weitere 11.6 %, wobei sich gleichzeitig die Körperzusammensetzung veränderte. Nachdem sich die Personen wieder normal ernährten, stieg der Verbrauch ebenfalls bereits im Verlauf eines Tages um 6.6 %, lag damit aber zunächst immer noch etwa 10 % unter dem Ausgangswert. Auch diesen schnellen Anpassungsprozessen liegen laut Pudel und Westenhöfer (1998) keine Rückkopplungsmechanismen zu Grunde.

Als eine weitere Erklärung für die Aufrechterhaltung eines bestimmten Gewichts nennen die Autoren die Möglichkeit, dass ein Individuum nach einer Veränderung des Ess- oder Aktivitätsverhaltens wieder zu früheren Verhaltensweisen und Gewohnheiten zurückkehrt, ohne dass hierdurch ein bestimmter Set-Point-Wert aktiv verteidigt wird.

Zusammenfassend kommen die Autoren aufgrund der aufgeführten Kritikpunkte an der Set-Point-Theorie zu dem Schluss, dass sie nicht benötigt wird, um die bekannten Phänomene der Nahrungs- und Energieregulation zu erklären und bezweifeln damit, ob das Körpergewicht überhaupt durch bestimmte Rückkopplungsmechanismen reguliert wird. Weiterhin betonen Pudel und Westenhöfer, dass es im Rahmen der Erforschung und Verbreitung der Set-Point-Theorie zu einer Überinterpretation der Bedeutung der Anpassung des Energieverbrauchs an wechselnde Ernährungsbedingungen gekommen sei und diese Adaptationsmechanismen eher als moderat betrachtet werden sollten. Sie stünden somit einer absichtlichen Gewichtsreduktion bei übergewichtigen Personen nicht generell entgegen, sondern erforderten nur eine langfristige Senkung der Energiezufuhr, weshalb es auch zu einer langfristigen Änderung des Ess- und Aktivitätsverhaltens dieser Personen kommen müsse.

Im Gegensatz zu dieser allgemeinen Kritik am Set-Point-Modell widersprechen die Autoren jedoch nicht der oben genannten Annahme Nisbetts (1972), dass Übergewichtige sich häufig in ihrer Nahrungsaufnahme bewusst zurückhalten und es dadurch zu den von Schachter und Rodin berichteten physiologischen Abweichungen sowie Verhaltensauffälligkeiten kommen kann. Durch ein absichtliches Ignorieren physiologischer Hunger- oder Sättigungssignale könnten sogar schwere Störungen der Ernährungsregulation hervorgerufen werden, wodurch sich somit die Problematik der Adipositas verstärkt. Eine große Bedeutung messen Pudel und Westenhöfer dabei dem Konzept des *restrained eating* bei, das nicht auf Übergewichtige beschränkt ist, sondern allgemeine Unterschiede in Ernährungsverhalten verschiedener Perso-

nengruppen beschreibt. Die Entwicklung dieses Konzeptes sowie seine zentralen Gesichtspunkte sollen im Folgenden ausführlich dargestellt und diskutiert werden.

2.2.3 Das Konzept des Restrained Eating

2.2.3.1 Entwicklung des Konzeptes „Restrained Eating“

Ausgehend von den Experimenten zum Externalitäts-Konzept, bei denen einige der normalgewichtigen Probanden sich wie Übergewichtige verhielten (vgl. Nisbett, 1968b), entwickelten Herman und Polivy Mitte der 1970er Jahre das Konzept des *restrained eating* (gezügelter Essen), das bis heute ein großes Forschungsinteresse – besonders im Hinblick auf die Entstehung gestörten Essverhaltens – hervorgerufen hat.

Im Sinne von Nisbetts (1972) Feststellung, dass Übergewichtige in vielen physiologischen Variablen und Verhaltensaspekten Ähnlichkeiten zu hungrigen Individuen aufwiesen, da sie ihre Energieaufnahme willkürlich herabsenkten, erweiterten Herman und Mitarbeiter (Herman & Mack, 1975, Herman & Polivy, 1975) diese Annahme auf Personen aller Gewichtsgruppen und untersuchten folgende Hypothesen: Personen, die sich entsprechend ihrer physiologischen Bedürfnisse ernähren (*unrestrained eaters*), sollten bei variierenden Preload-Bedingungen ihre anschließende Nahrungsaufnahme entsprechend der Menge des Preloads regulieren, d.h. nach einem großen Preload weniger konsumieren als nach einem kleinen. Ein umgekehrtes Verhalten sagten die Autoren für die gezügelten Esser (*restrained eaters*) voraus: Durch ein höheres Preload müssten sie ihre persönlich festgesetzte Kaloriengrenze stark überschreiten, so dass sie die kognitive Kontrolle kurzfristig aufgeben könnten, da sie nun bereits „sowieso zuviel“ gegessen hätten. Angeregt durch verlockende Nahrungsreize, sollten sie unter diesen Umständen besonders viel von einer wohlschmeckenden Nahrung zu sich nehmen. In einer ersten Studie hierzu (Herman & Mack, 1975), in der den Versuchspersonen analog zu den Studien zum Externalitäts-Konzept (vgl. Abschnitt 2.2.2.1) suggeriert wurde, es handele sich um einen „Geschmackstest“, untersuchten die Autoren den vorhergesagten Zusammenhang. Teilnehmer der Studie waren junge College-Studentinnen, da diese Gruppe von den Autoren als besonders anfällig für kulturelle Normen bzgl. der Einhaltung eines „Idealgewichts“ angesehen wurde. Die Probandinnen erhielten in den verschiedenen Preload-Bedingungen entweder einen oder zwei Milch-Shakes vor der Testphase oder führten in einer vorgeblichen „Kontrollbedingung“ direkt die Geschmacksbewertung durch. Hierfür wurden ihnen drei Sorten Eiscreme in großen Behältern vorgesetzt, die sie anhand von Fragebögen bewerten sollten. Die große Menge der Eiscreme sollte verhindern, dass die Teilnehmerinnen sich beim „Probieren“ nur aus der Befürchtung heraus zurückhielten, der Versuchsleiter würde sofort erkennen können, wie viel sie von der Speise genommen hätten. Der Testleiter verließ während dieser Zeit den Raum und wies die Versuchsperson darauf hin, dass sie soviel von der Eiscreme probieren könne, wie für eine möglichst exakte Geschmackseinschätzung

nötig wäre. Darüber hinaus dürfe sie sich auch nach der Beurteilung frei bedienen, ohne allerdings ihre Bewertung zu verändern. Im Anschluss an den Versuch füllten die Teilnehmerinnen einen Fragebogen zu ihren Essgewohnheiten aus (Vorläufer der sogenannten *Restraint Scale*, für eine ausführliche Darstellung siehe Abschnitt 2.2.3.6), der später zur Bestimmung ihres gezügelten Essverhaltens verwendet wurde. Außerdem wurden die Größe und das Gewicht der Probandinnen protokolliert. Die Ergebnisse spiegeln die erwartete Interaktion zwischen „Preload-Bedingung“ und „Gezügeltem Essverhalten“ exakt wider: Anhand eines Median-Splits der Fragebogenwerte wurden normal- und übergewichtige Versuchspersonen in gezügelte und ungezügelte Esser unterteilt. Während die leicht gezügelten Frauen umso weniger Eiscreme verzehrten, je mehr Milch-Shakes sie zuvor bekommen hatten, nahmen die stärker gezügelten Teilnehmerinnen in beiden Preload-Bedingungen wesentlich mehr Eiscreme zu sich als in der Bedingung ohne Preload. Dabei spielte es keine Rolle, ob die gezügelten Probandinnen ein oder zwei Getränke erhalten hatten: Bereits mit einem Preload war also ihre selbstgesetzte Kaloriengrenze so weit überschritten, dass sie sich im folgenden „Geschmackstest“ nicht mehr zurückhielten. Für die ungezügelten Teilnehmerinnen fand sich – wie auch schon in vielen anderen Versuchen zuvor für normalgewichtige Personen – eine unvollständige Anpassung der Nahrungszufuhr. Sie reduzierten zwar nach einem Milch-Shake ihren Konsum deutlich, aßen nach zwei Getränken aber fast genauso viel. Während die ungezügelten Esser also eine – zumindest teilweise gelungene – Regulation ihrer Nahrungsaufnahme zeigten, bezeichneten die Autoren das Verhalten der gezügelten Frauen als *counter regulation* (Gegenregulation). Herman und Mack (1975) schließen aus ihren Ergebnissen, dass das Ausmaß, in dem eine Person sich in ihrer Nahrungszufuhr bewusst zurückhält, einen wesentlich besseren Prädiktor für das Essverhalten darstellt als ihr aktuelles Körpergewicht. Dabei betonen sie allerdings, dass diese Variable, trotz der Dichotomisierung anhand des Median-Splits als Kontinuum betrachtet werden sollte, auf dem die individuellen Werte einzelner Personen zwischen „gar keine Zurückhaltung“ und „extreme Zurückhaltung“ schwanken könnten.

In einer ähnlichen Studie (Hibschler & Herman, 1977) wurden unter-, normal- und übergewichtige Personen in gezügelte und ungezügelte Esser eingeteilt, um den Einfluss der Faktoren „gezügeltes Essverhalten“ und „Körpergewicht“ auf den Nahrungskonsum getrennt voneinander untersuchen zu können. Auch hier ergab sich ein eindeutiges Bild: Die Versuchspersonen, die zum Zeitpunkt des Versuchs als „*restrained eaters*“ klassifiziert worden waren, konsumierten nach einem großen Preload (zwei Milch-Shakes) im anschließenden „Geschmackstest“ wesentlich mehr Eiscreme als in der Kontrollbedingung (kein Preload). Die *unrestrained eaters* hingegen verhielten sich umgekehrt. Eine Analyse des Körpergewichts ergab weder einen signifikanten Haupteffekt noch eine Interaktion dieses Faktors mit den Preload-Bedingungen. Darüber hinaus fanden die Autoren in dieser Studie eine weitere Auffälligkeit der gezügelten Esser, die vorher bereits von Nisbett (1972) als Anzeichen für die Deprivation übergewichtiger Personen angesehen worden war: Die Menge freier Fettsäuren

(*free fatty acids*, FFA) im Blut war bei den gezügelten gegenüber den ungezügelten Essern erhöht. Eine signifikante Korrelation dieses Parameters mit dem Körpergewicht der Probanden erklären die Autoren mit dem erhöhten Anteil gezügelter Esser in der übergewichtigen Stichprobe (73 %) gegenüber einem sehr kleinen Anteil untergewichtiger Personen mit einem gezügelten Ernährungsstil (28 %). Allerdings nennen die Autoren in dieser Untersuchung zwei mögliche Ursachen für den erhöhten FFA-Spiegel der gezügelten Esser: Neben der bereits erwähnten Deprivation könnte auch der Versuch des Diäthaltens per se den Anteil freier Fettsäuren erhöhen, der auch als ein Indikator für eine Stressbelastung bekannt ist. Da der permanente Versuch der Zurückhaltung (ob erfolgreich oder nicht) als ein Stressor angesehen werden kann (Herman & Polivy, 1980), kommen beide Interpretationen (Deprivation oder Stress) als Begründung für den Zusammenhang von gezügeltem Essverhalten und erhöhtem FFA-Spiegel in Betracht.

In vielen weiteren Experimenten untersuchte die Arbeitsgruppe um Herman und Polivy, welche Faktoren zu der Aufrechterhaltung oder zur Aufgabe der kognitiven Kontrolle des Essverhaltens beitragen, um das Konzept zu erweitern und seinen Erklärungswert zu vervollständigen (für einen Überblick siehe Herman & Polivy, 1980; Ruderman, 1986; Pirke & Laessle, 1993).

Darüber hinaus sammelten sie immer mehr Hinweise dafür, dass auch nicht nahrungsbezogene Verhaltensweisen und Eigenschaften, die früher Übergewichtigen zugeschrieben worden waren, eher typisch für gezügelte Esser sind, während sich ungezügelte Esser so verhalten, wie es in älteren Studien für Normalgewichtige gefunden worden war. So fanden Herman, Polivy, Pliner, Threlkeld und Munic (1978) beispielsweise bei gezügelten Essern eine erhöhte Ängstlichkeit bei der Ankündigung elektrischer Stromschläge, die Schacher, Goldman und Gordon (1968) für übergewichtige Personen berichtet hatten. In derselben Studie, einer Replikation des Experiments von Rodin (1974a) ließen sich die gezügelten Esser durch auditive Stimuli stärker von ihrer visuellen Aufgabe ablenken als die ungezügelten. In einem weiteren Experiment (Polivy, Herman & Warsh, 1978) zeigten die *restrained eaters* in Anlehnung an die Studie von Pliner, Meyer und Blankenstein (1974) eine erhöhte Reagibilität auf emotionale Reize, wie sie zuvor bei Übergewichtigen beobachtet worden war.

2.2.3.2 Bedeutung kognitiver Faktoren für das Essverhalten gezügelter Esser

Eine erste Frage, die von den Autoren bearbeitet wurde, bezieht sich auf die Ursache der Gegenregulation bei den gezügelten Essern: Alternativ zu der von Herman und Mack (1975) vorgeschlagenen „kognitiven“ Erklärung, nach der die Gegenregulation auf einer kurzfristigen Aufgabe der Diätmotivation beruht, lässt sich ebenso annehmen, dass der Effekt physiologisch begründet ist: Ein permanentes Unterdrücken von Hungergefühlen könnte bei den gezügelten Essern dazu führen, dass sie bei der Wahrnehmung appetitlicher Nahrungsreize

ihre physiologischen Bedürfnisse nicht mehr länger kognitiv kontrollieren können und so eine übermäßige Nahrungsaufnahme erfolgt. Um herauszufinden, ob eher die „kognitive“ oder die „physiologische“ Erklärung auf das Essverhalten der gezügelten Esser zutrifft, manipulierte Polivy (1976) in einer Studie sowohl den tatsächlichen als auch den suggerierten Kaloriengehalt eines Preloads.

Das Experiment stellt eine Replikation der Untersuchung von S. C. Wooley (1972, vgl. Abschnitt 2.2.2.1.8) dar. Hier hatte es in der Einschätzung des Kaloriengehalts eines Preloads keine Unterschiede zwischen Über- und Normalgewichtigen gegeben. Beide Gruppen nahmen anschließend weniger Nahrung zu sich, wenn sie das Preload für kalorienreich **hielten**, unabhängig von dessen tatsächlichem Kaloriengehalt.

In der Studie von Polivy (1976) war nicht die Instruktion der Versuchsperson bezüglich des Kaloriengehalts der Preloads entscheidend, sondern ihre persönliche Einschätzung dieser Kalorienmenge. Nahmen die ungezügelten Probanden an, sie hätten bereits eine hohe Kalorienzahl konsumiert, aßen sie anschließend weniger, während die gezügelten Esser sich umgekehrt verhielten. Interessant war weiterhin der Befund, dass die ungezügelten Esser die von ihnen verzehrte Menge richtig einschätzten, während dies den gezügelten Probanden nur gelang, wenn sie das Preload für niedrigkalorisch hielten. Andernfalls kam es ebenso wie bei den Übergewichtigen von S. C. Wooley (1972) zu einer starken Unterschätzung. Die Autorin sieht diese Ergebnisse als Hinweis auf die Richtigkeit der „kognitiven“ Hypothese, da die tatsächliche Zusammensetzung des Preloads für den nachfolgenden Konsum keine Bedeutung hatte.

Einen weiteren Beleg für diese Interpretation lieferte eine ähnliche Studie von Spencer und Fremouw (1979), in der alle Teilnehmerinnen das gleiche Preload mit unterschiedlichen Instruktionen erhielten: Einer Hälfte der Probandinnen wurde dieser Milch-Shake als hochkalorisch beschrieben, während die andere Hälfte ihn für eine niedrigkalorische Variante hielt. Bei dem anschließenden „Geschmackstest“ zeigte sich die erwartete Interaktion zwischen „gezügeltem Essverhalten“ und „vermutetem Kaloriengehalt“: Die ungezügelten Frauen aßen in beiden Fällen etwa gleich viel Eiscreme. Die gezügelten Frauen dagegen aßen deutlich mehr, wenn sie *glaubten*, bereits viele Kalorien konsumiert zu haben. Ein Zusammenhang mit dem Körpergewicht der Teilnehmerinnen fand sich hingegen nicht. Im Gegensatz zu den Studien von S. C. Wooley (1972) und Polivy (1976) fand in dieser Untersuchung keine Manipulation des tatsächlichen Kaloriengehalts der Speise statt, so dass sich das Ergebnis eindeutig auf die Wirkung kognitiver Mechanismen zurückführen lässt.

Zu diesem Schluss kommen auch Knight und Boland (1989), die darüber hinaus entdeckten, dass nicht die vermutete Kalorienmenge per se zu der Gegenregulation der gezügelten Esser führt, sondern die Einordnung der konsumierten Nahrung als „verbotene Speise“. Sie untersuchten hierzu zunächst, welche Nahrungsmittel von gezügelten und ungezügelten Personen als „nicht diät-konform“ eingeschätzt wurden und welche dieser Speisen die Versuchsperso-

nen selbst vermieden. Dabei stellte sich erwartungsgemäß heraus, dass die Liste der „verbotenen Lebensmittel“ für *restrained eaters* länger war als für *unrestrained eaters*. Da auch Milch-Shakes häufig als „diät-gefährdend“ beurteilt worden waren, kritisieren die Autoren den Einsatz dieser Speisen als Preload in anderen Studien. Eine Trennung von wahrem oder vermuteten Kaloriengehalt auf der einen Seite und Kategorisierung der Nahrung als „erlaubt“ oder „nicht erlaubt“ auf der anderen Seite ist hierdurch nämlich nicht mehr möglich. Ausgehend von dieser Feststellung überprüften die Autoren in einer erweiterten Replikation der Studie von Herman und Mack (1975) die Wirkung **verschiedener** Preloads auf den nachfolgenden Konsum der gezügelten und ungezügelten Probandinnen. Zu diesem Zweck untersuchten sie neben den ursprünglichen drei Preload-Bedingungen (keinen, ein oder zwei Milch-Shakes) der Originalarbeit zwei weitere Preloads. Diese glichen zwar im Kaloriengehalt den Milchgetränken, wurden aufgrund ihrer Zusammensetzung (Hüttenkäse und Fruchtsaft) von den Probandinnen aber nicht als „verboten“ betrachtet. Tatsächlich zeigten die gezügelten Teilnehmerinnen nur in den Milch-Shake-Bedingungen die typische Gegenregulation, während sie nach den anderen Preloads nicht mehr zu sich nahmen als in der Kontrollbedingung ohne Preload. In einem dritten Experiment erweiterten die Autoren diese Aussage auf den *erwarteten Konsum* einer hoch- oder niedrigkalorischen Nahrung, die als erlaubt (Salat) oder unerlaubt (Milch-Shake, Eiscreme) eingeschätzt wurde: In dem Glauben, sie sollten anschließend eine „verbotene“ Nahrung essen, nahmen gezügelte Frauen in einem „Geschmackstest“ deutlich mehr Cracker zu sich als ungezügelte. Dachten die Probandinnen hingegen, ihnen würde später eine „erlaubte“ Mahlzeit serviert, zeigte sich auch bei den gezügelten Versuchspersonen keine Gegenregulation. Der tatsächliche Kaloriengehalt der Nahrung, über den die Teilnehmerinnen ausführlich informiert worden waren, hatte dabei keinen Einfluss auf ihr Essverhalten. Wesentlich stärker als die Ergebnisse der zuvor genannten Arbeiten deuten die Experimente von Knight und Boland (1989) also auf die Bedeutung kognitiver Faktoren bei der Einhaltung oder Überschreitung einer individuellen Diätgrenze hin.

Weitere Studien, die ebenfalls den Einfluss einer *antizipierten* Mahlzeit oder Deprivation auf das aktuelle Essverhalten untersuchten, kamen zu weniger eindeutigen Befunden, unterstützen aber dennoch die Annahme der Wirkung kognitiver Mechanismen bei der Nahrungsaufnahme gezügelter Esser: In einem Versuch von Ruderman, Belzer und Halperin (1985) nahmen die Autorinnen an, dass die gezügelten Versuchspersonen nur bei der Erwartung einer Deprivation (Rückkehr zur Diät) eine Gegenregulation zeigen würden (gesteigerter Wunsch, „jetzt“ zu essen), andernfalls aber nicht mehr verzehren sollten als die ungezügelten Frauen. Entgegen dieser Vorhersage, konsumierten die gezügelten Probandinnen in beiden Bedingungen (Deprivation wird antizipiert oder nicht) mehr als die ungezügelten. Als mögliche Erklärung hierfür sehen die Autorinnen die Tatsache an, dass alle Teilnehmerinnen von vornherein wussten, dass sie an zwei aufeinanderfolgenden Tagen an Geschmacksbeurteilungen teilnehmen würden. Dies könnte für gezügelte Personen vermutlich bereits Anlass genug gewesen sein, ihre kognitive Kontrolle aufzugeben, da sie für diese beiden Tage eine Überschreitung

ihrer Diätgrenze sowieso nicht mehr verhindern konnten. Dieser Befund passt auch zu einer früheren Studie von Ruderman und Wilson (1979), in der die Autoren dieselben Versuchspersonen in verschiedenen Preload-Bedingungen (*within-subject-design*) untersuchten, anstatt – wie sonst in diesen Experimenten üblich – die Wirkung einzelner Preload-Bedingungen anhand verschiedener Gruppen zu überprüfen: Auch hier wussten die Probandinnen bereits vor der ersten Bedingung (kein Preload), dass sie am nächsten Tag eine weitere Geschmackseinschätzung durchführen sollten, bei der ihnen zusätzlich zuvor ein Milch-Shake verabreicht werden würde. Die Autorinnen fanden in beiden Bedingungen einen erhöhten Konsum der *restrained eaters* im Vergleich zu den *unrestrained eaters*. Auch diese Ergebnisse lassen sich als eine Aufgabe der kognitiven Ernährungskontrolle bei den gezügelten Frauen interpretieren, die eine Einhaltung ihres Kalorienlimits während der Dauer der Studie für unmöglich erachteten und sich dementsprechend schon zu Beginn des Versuchs „überaßen“.

In einem zweiten Experiment (Ruderman, Belzer & Halperin, 1985), untersuchten die Autorinnen wiederum mit einem „Geschmackstest“ das Essverhalten von gezügelten und ungezügelten Frauen, die einer der folgenden experimentellen Bedingungen zugeteilt worden waren: Jeweils einer Gruppe von Frauen wurde suggeriert, sie sollte direkt im Anschluss an die erste Geschmacksbeurteilung eine zweite vornehmen und dabei zuvor einen Milch-Shake, einen Salat oder gar nichts zu sich nehmen. Eine weitere Gruppe wusste, dass sie **nur eine** Geschmacksbewertung durchführen würde. Mit Hilfe einer Regressionsanalyse kamen die Autorinnen zu folgenden Ergebnissen: Wieder zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für den Prädiktor „Ausmaß an kognitiver Kontrolle“ dahingehend, dass die Frauen um so mehr konsumierten, je stärker sie versuchten, ihr Essverhalten bewusst einzuschränken. Da dieses „Überessen“ in allen vier Bedingungen auftrat, gehen die Autorinnen davon aus, dass eine entsprechende „Disinhibition“ der absichtlichen Einschränkung nicht als ein Alles-oder-Nichts-Phänomen betrachtet werden sollte, sondern vermutlich in vielen Situationen vorkommen kann. In Einklang mit dem Ergebnis ihrer ersten Untersuchung nehmen die Autorinnen an, dass die Erwartung oder Durchführung eines „Geschmackstest“ bereits als ein leichter „Disinhibitor“ aufgefasst werden kann, der einer Aufrechterhaltung der kognitiven Kontrolle entgegenwirkt.

Besonders deutlich wurde der Einfluss kognitiver Faktoren allerdings, wenn die Teilnehmerinnen erwarteten, vor dem zweiten Geschmackstest einen Milch-Shake zu sich zu nehmen: Während die weniger gezügelten Frauen in diesem Fall ihre Nahrungsaufnahme senkten, wurde sie von den stärker gezügelten Personen gesteigert. Die kognitive Manipulation hatte dabei auf die gezügelten Probandinnen einen stärkeren Effekt als auf die ungezügelten.

Die gezügelten Frauen in der Bedingung „Erwartung eines Salates“ nahmen ähnlich viel Nahrung zu sich wie die Teilnehmerinnen, die von einer einzelnen Geschmackseinschätzung ausgingen. Die Autorinnen sehen hierin einen Hinweis darauf, dass die Erwartung einer diät-konformen Speise den gezügelten Essern das Aufrechterhalten ihre kognitiven Kontrolle erleichtert.

Entgegen den Hypothesen der Autorinnen ergaben sich allerdings keine Unterschiede im Essverhalten zwischen den stark und schwach gezügelten Frauen bei der Reaktion auf den angekündigten zweiten im Vergleich zu nur einem Geschmackstest: Diese Bedingungen war als analog zu einer Preload- und einer Kontrollbedingung (kein Preload) angesehen worden. Daher erwarteten die Autorinnen in der Bedingung „Erwartung eines zweiten Geschmackstest“ gegenüber der Bedingung „Erwartung nur eines Geschmackstests“ eine Steigerung des Konsums der gezügelten und eine Abnahme des Konsums der ungezügelten Frauen. Beide Gruppen aßen aber mehr, wenn sie meinten, ihnen stünde ein zweiter Test bevor, als bei der Annahme einer Einzeltestung. Eine mögliche Interpretation dieses Ergebnisses liegt in der Feststellung, dass das Ausmaß, in dem Personen ihre Ernährung kognitiv steuern, nicht als dichotomes, sondern als kontinuierliches Konstrukt betrachtet werden sollte (wie es Herman & Mack bereits 1975 bei der Einführung dieses Konzeptes betont hatten). Demnach könnten also auch weniger gezügelte Personen in einem gewissen Maße zu einem „Überessen“ neigen, wenn sie durch genügend Nahrungsanreize oder andere Bedingungen stimuliert werden und physiologisch noch nicht zu sehr gesättigt sind (vgl. hierzu auch die Interpretation der Befunde im Rahmen des „Boundary-Modells“ in Abschnitt 2.2.3.3).

Zu einem ähnlichen Schluss kommen auch Tomarken und Kirschenbaum (1984), die in zwei Studien die Wirkung verschiedener antizipierter Mahlzeiten (hoch- vs. niedrigkalorisch), verschiedener Testspeisen (Nüsse oder Eiscreme) und eines reichhaltigen Preloads (Milch-Shake) auf das Essverhalten untersuchten. Zum einen fanden auch sie, dass die ungezügelten Esser in Erwartung eines gehaltvollen Abendessens ihren Konsum steigerten (statt senkten). Zum anderen hatte die Variation der erwarteten Mahlzeit auf die gezügelten Esser keinen Einfluss, wenn ihnen im „Geschmackstest“ Eiscreme statt Nüsse gegeben wurden. Die Autoren vermuten ebenso wie Ruderman, Belzer und Halperin (1985), dass sich auch bei ungezügelten Essern ein gegenregulatorisches Verhalten hervorrufen lässt, wenn in einer Situation genügend Disinhibitoren vorhanden sind (Kombination aus Preload und erwarteter Mahlzeit). Gleichzeitig weisen sie auf die Bedeutung der Salienz der einzelnen Reize für das Essverhalten der gezügelten Esser hin: Während die kognitive Manipulation auf sie einen Einfluss hat, sofern sie Nüsse probieren sollen, entfällt dieser Effekt beim Konsum von Eiscreme. Die Autoren führen dies auf die unterschiedliche sensorische Qualität der Testspeisen zurück, da sie – basierend auf den Befunden bei deprivierten Individuen – von einer Bevorzugung süßer (zuckerhaltiger) Nahrung bei den gezügelten Essern ausgehen. In Kombination mit dem ebenfalls süßen Preload überwiegen somit die direkten Geschmacksreize, während die weniger salienten, kognitiven Reize in den Hintergrund treten und keinen zusätzlichen Einfluss auf die Nahrungszufuhr mehr ausüben.

Als besonders interessant im Hinblick auf die enthemmende Wirkung kognitiver Reize ist an dieser Stelle auch eine Studie von Hill, Rogers und Blundell (1989) anzusehen, deren Design einigen Untersuchungen zur Externalitäts-Hypothese (vgl. z.B. Ross, 1974; Abschnitt 2.2.2.1.3) ähnelt: Die Autoren ließen ihre gezügelten und ungezügelten Ver-

suchsteilnehmerinnen zunächst nur Farbfotografien von Süßigkeiten betrachten und sich den Verzehr der entsprechenden Speisen möglichst lebendig vorstellen. Bei einem anschließenden „Geschmackstest“ aßen die gezügelten Probandinnen deutlich mehr (ca. 55 %) als die ungezügelten, obwohl beide Gruppen kurz zuvor ein normales Mittagessen erhalten hatten. Eine vermittelnde Wirkung physiologischer Faktoren kann zwar auch in dieser Studie nicht vollständig ausgeschlossen werden, lässt sich aber dennoch nur als Reaktion auf den kognitiven Reiz verstehen und kann demnach nur modulierende, aber nicht direkt auslösende Effekte haben (vgl. Abschnitt 2.2.3.2). Bemerkenswert an dieser Studie ist darüber hinaus, dass es sich bei den Probandinnen um Mädchen im Alter zwischen 12 und 14 Jahren handelte, die bereits das voll ausgeprägte Muster eines gegenregulatorischen Essverhaltens bei Anwesenheit eines kognitiven Disinhibitors zeigten.

Einen weiteren Beitrag zur Klärung der Faktoren, die es gezügelten Essern erleichtern oder erschweren, ihre Nahrungsaufnahme kognitiv zu kontrollieren, lieferten Kirschenbaum und Tomarken (1982) in einer weiteren Studie. Als mögliche Inhibitoren der Nahrungszufuhr verwendeten sie unterschiedlich große Behälter mit und ohne Kalorienangabe der Testspeise. Nach der Gabe eines Preloads (Milch-Shake) wurde den Probandinnen in einem „Geschmackstest“ die zu bewertende Eiscreme entweder in großen oder kleinen Behältern vorgesetzt. Ein Teil der Probandinnen wurde außerdem über den Kaloriengehalt der Speisen informiert. Erwartungsgemäß aßen sowohl gezügelte als auch ungezügelte Frauen wenig, wenn ihnen die Eiscreme in kleinen Schalen mit Kalorienangabe präsentiert wurde. In Bedingungen mit nur einem Inhibitor (kleine Schale ohne oder große Schale mit Kalorienangabe) zeigten nur die gezügelten Esser eine Gegenregulation, während in der Bedingung ohne Inhibitor (große Schale ohne Nahrungsinformation) beide Gruppen eine kognitive Enthemmung mit einem deutlich gesteigerten Konsum aufwiesen. Auch dieses Ergebnis lässt sich im Sinne einer geringeren „Enthemmungsschwelle“ der gezügelten gegenüber den ungezügelten Essern interpretieren: Während die gezügelten Esser ihren Konsum nur kontrollieren konnten, wenn ihnen durch zwei Reize ein *self-monitoring* erleichtert wurde, überaßen sich die ungezügelten Esser erst, als ihnen gar kein Inhibitor mehr zur Verfügung stand.

Auch Herman und Polivy hatten bereits 1979 mit ihrer Arbeitsgruppe Bedingungen untersucht, die es gezügelten Essern erleichtern, ihre Kontrolle trotz verlockender Nahrungsreize aufrechtzuerhalten. So fanden sie beispielsweise (Herman, Polivy & Silver, 1979), dass die Anwesenheit eines Beobachters bei den gezügelten Essern zu einer kompensatorischen statt einer gegenregulatorischen Nahrungsaufnahme führte, wobei dieser Effekt nur solange erhalten blieb, wie der Beobachter präsent war.

In einem weiteren Versuch (Polivy, Herman, Younger & Erskine, 1979) überprüften die Autoren die Wirkung eines Modells auf das Essverhalten von gezügelten und ungezügelten Frauen. Bei diesem Versuch befand sich bei einem ersten Versuchsteil neben der Probandin eine Komplizin des Versuchsleiters mit im Raum, die sich bei einem Teil der Versuchspersonen als „diätaltend“ bezeichnete, und entweder eine kleine oder eine große Menge Nahrung

zu sich nahm. Anschließend folgte ein „Geschmackstest“, bei dem beide Personen sich zwar im selben Raum befanden, sich aber gegenseitig nicht sehen konnten. Interessanterweise gab es für den Verzehr keine signifikanten Interaktionen zwischen dem Ausmaß der ernährungsbezogenen kognitiver Kontrolle (*restraint*) der Teilnehmerinnen und dem Verhalten des Modells, sondern drei Haupteffekte: Die Nahrungsaufnahme aller Versuchspersonen war höher, wenn das Modell viel statt wenig gegessen hatte. Personen, die ein „gezügelter“ Modell beobachteten, aßen weniger als Personen, deren Modell sich als „ungezügelt“ präsentierte. Im Gegensatz zu früheren Befunden aßen gezügelte Frauen generell weniger als ungezügelte. Die Autoren erklären diesen geringen Nahrungskonsum der *restrained eaters* damit, dass sie sich unter „vermuteter“ Beobachtung bewusst zurückhalten. Die Tatsache, dass die gezügelten Esser in der zuvor zitierten Studie (Herman, Polivy & Silver, 1979) nicht weniger aßen als die ungezügelten, sondern ein ähnliches, reguliertes Verhaltensmuster zeigten, führen die Autoren auf den Aufforderungscharakter der Situation zurück: Die Probandinnen waren dabei instruiert worden, „sich satt zu essen, um für den nächsten Versuchsteil vergleichbare Bedingungen für alle Teilnehmer zu schaffen“. Die in dieser Studie (Polivy, Herman, Younger & Erskine, 1979) ebenso für ungezügelte Frauen gefundene Zurückhaltung in Anwesenheit eines gezügelten Modells sehen die Autoren als Hinweis dafür, dass durch das Modell eine für Frauen allgemeine „Norm eines minimalen Verzehr“ verkörpert wurde, die auch die *unrestrained eaters* in ihrem Verhalten umsetzten. Insgesamt weist aber das Ergebnis, dass alle Teilnehmer mehr aßen, wenn auch das Modell mehr verzehrte und umgekehrt, auf den starken Effekt hin, den das Modell für das Essverhalten der Probandinnen hatte. Der Konsum der Versuchspersonen im nachfolgenden Geschmackstest (Abwesenheit des Modells) ergab für gezügelte Esser die typische Gegenregulation: Hatten sie zuvor wenig gegessen (gezügeltes Modell), so war ihre selbstgesetzte Diätgrenze noch nicht übertreten und sie nahmen auch jetzt wenig zu sich. Hatten sie vorher dagegen viel konsumiert und damit ihr Limit überschritten, so setzten sie dieses Verhalten fort und „überaßen“ sich auch in diesem zweiten Versuchsteil. Die ungezügelten Esser, die zuvor viel gegessen hatten (ungezügeltes Modell) nahmen jetzt nur noch eine minimale Menge auf, regulierten also die Nahrungszufuhr entsprechend. Ein unerwartetes Verhalten zeigten jedoch die ungezügelten Esser, die zuvor ein gezügeltes Modell beobachtet hatten: Hatten sie vorher viele Sandwichstücke verzehrt (Modell isst viel), so aßen sie auch im Geschmackstest eine große Menge. Hatten sie jedoch in der Sättigungsphase nur wenig gegessen, so aßen sie auch jetzt nur ein Minimum. Die Autoren interpretieren dieses Ergebnis in Zusammenhang mit der zuvor erwähnten Studie als Beleg dafür, dass sich bei *restrained* und *unrestrained eaters* sowohl ein gezügeltes als auch ein ungezügeltes Essverhalten induzieren lässt. Sie empfahlen daher, trotz der meist zeitlich hohen Stabilität des Konstrukts, „gezügeltes Essen“ nicht als einen *trait* (zeitlich überdauernde Eigenschaft), sondern als einen *state* (Zustand) anzusehen, der je nach Situation und Begleitumständen variieren kann. Als bedeutsam für die jeweilige Ausprägung sehen sie dabei das Ausmaß an, in dem die Person ihr eigenes Verhalten überwacht (*self-monitoring*, vgl. Tomarken & Kirschenbaum, 1982).

In einer späteren Arbeit (Polivy, Herman, Hackett & Kuleshnyk, 1986) untersuchten die Autoren in zwei verschiedenen Designs den Einfluss von Selbstaufmerksamkeit und öffentlicher Aufmerksamkeit auf das Essverhalten gezügelter und ungezügelter Esser. Es zeigte sich, dass der disinhibierende Effekt eines Preloads aufgehoben werden konnte, wenn die gezügeltten Esser entweder nur selbst auf die von ihnen verzehrte Menge aufmerksam gemacht wurden (z.B. durch das Zählen der verzehrten Kekse) oder zusätzlich auch der Versuchsleiter darüber Bescheid wusste (anschließend musste die Probandin dem Versuchsleiter die Anzahl mitteilen). In beiden Fällen aßen die *restrained eaters* nach einem Preload weniger als in einer Kontrollbedingung ohne Aufmerksamkeitsmanipulation. Die ungezügeltten Esser, die den Konsum entsprechend des Preloads regulierten, senkten ihre Aufnahme ebenfalls leicht in der Bedingung Selbst- und Fremdaufmerksamkeit. Dieses Ergebnis steht auch in Einklang mit den Befunden von Kirschenbaum und Tomarken (1982), dass ungezügeltte Esser ihren Verzehr erst in Anwesenheit von zwei Inhibitoren einschränkten. Polivy et al. (1986) betonen nochmals die Bedeutung einer Selbstregulation, die für Personen mit einem ständigen Wechsel zwischen Diät halten und Überessen besonders wichtig ist.

Auch Jansen (1996) kommt in zwei Studien zu dem Schluss, dass gezügelte Esser in der Regel schlecht einschätzen können, wie viel Nahrung sie zu sich nehmen. Sie untersuchte Frauen, von denen aufgrund von Fragebogendaten angenommen werden konnte, dass sie zur Zeit Diät hielten. In einem Geschmackstest sollten die Teilnehmerinnen entweder verschiedene Süßigkeiten oder Eiscremesorten probieren und beurteilen. Obwohl die Probandinnen zuvor kein Preload erhalten hatten, aßen die gezügelten Frauen in beiden Studien deutlich mehr als die ungezügeltten. Gleichzeitig unterschätzten sie aber die verzehrte Kalorienmenge erheblich und gaben an, nicht übermäßig viel gegessen zu haben (vgl. auch die Ergebnisse von S. C. Wooley, 1972 & Polivy, 1976). Die Autorin nimmt an, dass sich dieses Verhalten durch zwei mögliche Mechanismen erklären lässt: Zum einen ist zu vermuten, dass der Selbstwert bei gezügelten Essern wesentlich stärker von ihrem Essverhalten und Körpergewicht abhängt als bei ungezügeltten Essern. In diesem Sinne könnte der Fehleinschätzung der *restrained eaters* eine selbstwertschützende Funktion zukommen. Zum anderen geht die Autorin davon aus, dass es vielen Personen, die behaupten, ihre Nahrungsmenge einzuschränken, tatsächlich nicht gelingt, weniger zu essen. Aus diesem Grund könnte es gut möglich sein, dass gezügelte Esser generell größere Mengen zu sich nehmen als ungezügeltte Esser und ihrer Einschätzung somit ein anderer Bezugspunkt zu Grunde liegt. Im Verhältnis zu ihrem allgemeinen Konsum könnte es also tatsächlich sein, dass sie während des Versuchs nicht „übermäßig viel“ verzehrt haben. Im Gegensatz zu anderen Studien, in denen gezügelte Esser nur dann mehr verzehrten, wenn ihnen zuvor ein Preload verabreicht worden war, aßen die normal- und übergewichtigen gezügelten Personen in dieser Studie auch ohne Preload mehr als die ungezügeltten. Während die Autorin hierin einen Widerspruch zu der von Herman und Polivy postulierten Diätgrenze sieht, haben auch andere Studien gezeigt, dass bereits die Antizipation der Aufnahme kalorienreicher oder verbotener Nahrung zu einer Disinhibition

führen kann. Weiß der gezügelte Esser von Beginn an, dass er sein Diätlimit für die Dauer der Studie sowieso nicht einhalten können wird, isst er dementsprechend von vornherein mehr.

Insgesamt liefern die hier dargestellten Ergebnisse einen starken Beleg für die Annahme, dass der Enthemmung der gezügelten Esser ein kognitiver Mechanismus zu Grunde liegt, der sich als eine kurzfristige Aufgabe der Diätmotivation beschreiben lässt. Einen theoretischen Erklärungsrahmen für die bisher genannten Befunde liefert das von Herman und Polivy entworfene „Boundary-Modell“, das im Folgenden kurz vorgestellt werden soll.

2.2.3.3 Das Boundary-Modell der Regulation des Essverhaltens

Einen zentralen Aspekt des Restrained-Eating-Konzeptes stellt das sogenannte „Boundary-Modell“ dar, das 1984 von Herman und Polivy entwickelt wurde und in Abbildung 2.4 dargestellt ist. Dieses Modell stellt eine Integration von psychologischen und physiologischen Faktoren bei der Erklärung der Regulation von normalem und abweichendem Essverhalten dar: Die Autoren gehen davon aus, dass die Nahrungsaufnahme mit Hilfe zweier physiologischer Grenzen reguliert wird. Auf der einen Seite liegt eine „Hungergrenze“, bei deren Unterschreitung ein Organismus alle negativen Konsequenzen einer mangelnden Nährstoffversorgung erlebt. Auf der anderen Seite existiert eine „Sättigungsgrenze“, deren Überschreitung ebenfalls körperlich unangenehme Folgen hat. Zwischen diesen beiden Grenzen befindet sich die „Zone biologischer Indifferenz“, die hauptsächlich dadurch gekennzeichnet ist, dass das Essverhalten eines Individuums innerhalb dieses Bereiches hauptsächlich durch psychologische oder soziale Faktoren bestimmt wird.

Herman und Polivy nehmen mit diesem Modell eine klare Trennung zwischen Hunger- und Sättigungsmechanismen vor, anstatt diese beiden Zustände als „zwei Seiten derselben Medaille“ zu betrachten. Beide Grenzen dienen dazu, den Organismus möglichst im Zustand der „biologischen Indifferenz“ zu halten und eine Abweichung in beide Richtungen möglichst zu vermeiden. Die Autoren tragen damit der Tatsache Rechnung, dass sich in vielen Studien keine perfekte Anpassung der Nahrungsaufnahme an unterschiedlich gehaltvolle Nährstoffzubereitungen oder Preloads finden ließ: Sobald ein Individuum sich **innerhalb** der Grenzen befindet, nimmt der Einfluss physiologischer Faktoren bei der Ernährungsregulation deutlich ab. Hier gewinnen dagegen psychologische Variablen eine entscheidende Bedeutung. Durch soziale Einflüsse oder individuelle Kognitionen kann eine Mahlzeit – unabhängig von Hunger oder Sättigung – begonnen oder beendet werden. Zusätzlich ziehen die Autoren allerdings in Betracht, dass der Einfluss beider Arten von Faktoren sich in den Grenzbereichen auch überschneiden kann: Durch Lernerfahrungen kann es beispielsweise zu antizipatorischen Verhaltensweisen kommen, so dass eine höhere Nahrungsmenge konsumiert wird als das Minimum, das gerade ausreicht, um nicht in die Hungerzone zu gelangen. Ebenso kann eine Person aufgrund kognitiver oder sozialer Aspekte einen Hungerzustand entgegen seinen physio-

logischen Folgen tolerieren und eine Mahlzeit verschieben (z.B. um eine wichtige Aufgabe zu erledigen) oder trotz einsetzender Sättigungssignale weiteressen (z.B. aus Höflichkeit).

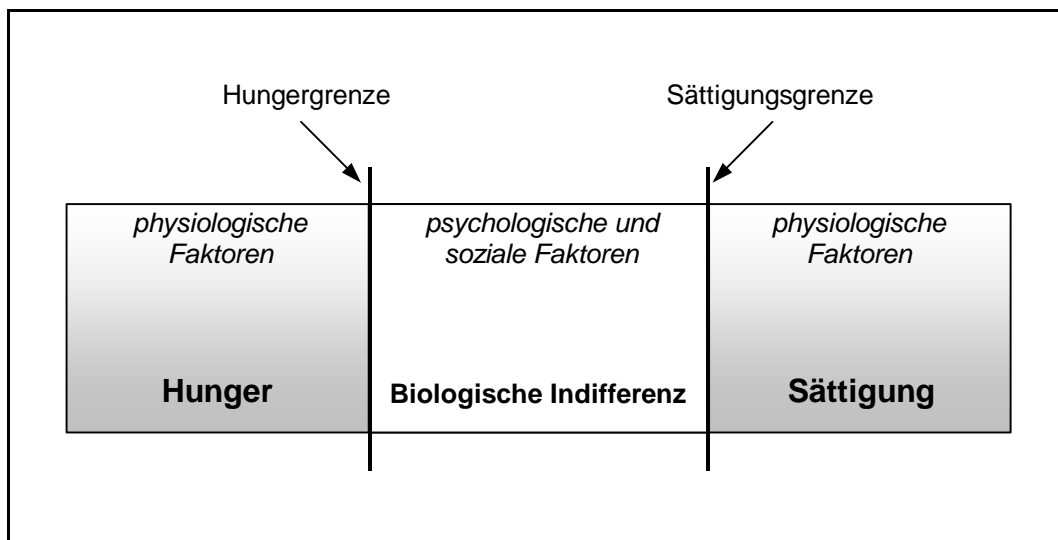


Abbildung 2.4 Darstellung der Grenzen bei einem gesunden ungezügelten Esser als Ausgangsbasis für das Boundary-Modell (modifiziert nach Herman & Polivy, 1984)

Während dieses Modell eine gute Beschreibung für die normale Ernährung liefert, muss es zur Erklärung des Essverhaltens eines gezügten Essers um eine zusätzliche Grenze erweitert werden (vgl. Abbildung 2.5): Ein *restrained eater* setzt sich willkürlich eine sogenannte „kognitive Diätgrenze“, die sich unterhalb seiner (physiologischen) Sättigungsgrenze befindet und nach Möglichkeit nicht überschritten wird.

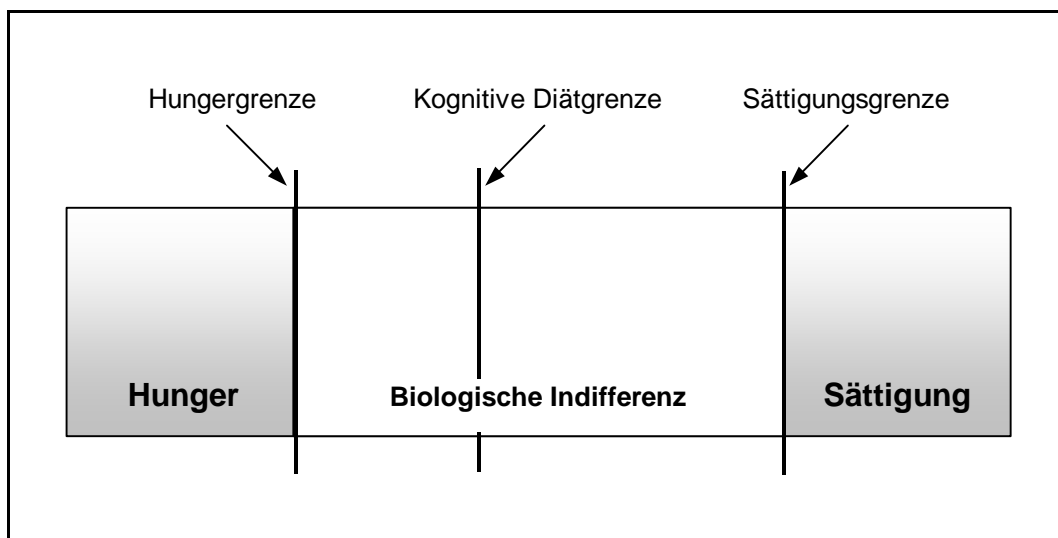


Abbildung 2.5 Darstellung der Grenzen bei einem gesunden gezügten Esser als Erweiterung des Boundary-Modells (modifiziert nach Herman & Polivy, 1984)

Zusätzlich wird eine weitere Auffälligkeit des gezügelten Essers deutlich: Die Zone seiner biologischen Indifferenz ist größer als beim ungezügelten Esser; Hunger- und Sättigungsgrenze sind weiter voneinander entfernt. *Restrained eaters*, die in der Regel versuchen, wenig zu essen, tolerieren eine größere Deprivation und scheinen somit eine niedrigere Hungergrenze zu haben als *unrestrained eaters*. Die Autoren nehmen an, dass diese Verschiebung der Grenze durch Konditionierungsprozesse bedingt ist und sich nach einer Phase normaler Ernährung ebenso auch wieder nach oben verschieben kann. Da ein gezügelter Esser also meistens weniger isst, als es seinen physiologischen Bedürfnissen entspricht (um seine Diätgrenze nicht zu übertreten), kommt es zusätzlich zu einer Verlagerung der Sättigungsgrenze nach oben: Er muss eine größere Nahrungsmenge zu sich nehmen als ein ungezügelter Esser, um eine physiologische Sättigungsreaktion zu erfahren. Es lässt sich also folgern, dass das Essverhalten eines gezügelten Essers einer geringeren physiologischen Kontrolle unterliegt als das Essverhalten eines ungezügelten Essers. Herman und Polivy (1984) entwickelten dieses Modell aufgrund ihrer Befunde aus den Preload-Versuchen: Die ungezügelten Esser nahmen von einer frei verfügbaren Speise um so weniger zu sich, je größer das zuvor aufgenommene Preload war. Durch den Verzehr des Preloads entfernten sie sich innerhalb des Bereichs der biologischen Indifferenz weiter von der Hungergrenze und näherten sich der Sättigungsgrenze an. Die anschließende Nahrungsaufnahme konnte demnach nur noch solange erfolgen, bis die Sättigungsgrenze erreicht war. Abbildung 2.6 veranschaulicht diese Prozesse.

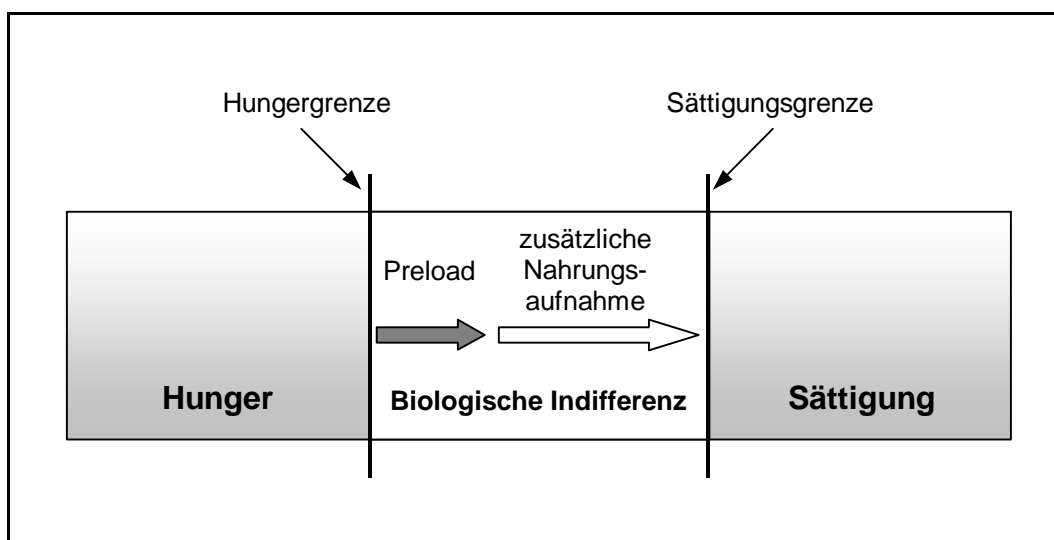


Abbildung 2.6 Darstellung der Wirkung verschieden großer Preloads auf die Nahrungsaufnahme ungezügelter Esser im Rahmen des Boundary-Modells (modifiziert nach Herman & Polivy, 1984)

Für die gezügelten Esser ergibt sich ein komplexeres Bild: Sie aßen um so mehr, je größer das vorherige Preload gewesen war. Dieses Verhalten lässt sich nur mit Hilfe der kognitiven

Diätgrenze erklären: Ein kleines Preload führt noch nicht zu einer Überschreitung der Diätgrenze, so dass die anschließende Nahrungsaufnahme maximal nur bis zum Erreichen dieser Grenze erfolgt. Wird diese Grenze allerdings bereits durch das Preload überschritten, so isst der gezügelte Esser bis zu seiner Sättigungsgrenze weiter. Da diese im Vergleich zum ungezügelten Esser aber erhöht ist, nimmt er in diesem Fall wesentlich mehr Nahrung zu sich als ein ungezügelter Esser, der ebenfalls bis zur Sättigungsgrenze isst. Auch die Ergebnisse aus der „Eiscremestudie“ von Nisbett (1968b) lassen sich mit diesem Modell erklären. Den Versuchspersonen wurden in dieser Studie entweder vor (Preload-Bedingung) oder erst nach dem Verzehr von Eiscreme (Deprivations-Bedingung) Sandwiches angeboten. Nisbett stellte fest, dass die Übergewichtigen entweder von beiden Speisen viel oder wenig zu sich nahmen, sich aber jeweils nicht an der zuvor aufgenommenen Nahrungsmenge orientierten. Unter der Annahme, dass es sich bei den Übergewichtigen in dieser Studie tatsächlich um gezügelte Esser gehandelt haben könnte, lässt sich vermuten, dass bei den „Vielessern“ bereits durch die erste Nahrungsaufnahme ihre kognitive Diätgrenze überschritten wurde und sie somit bis zur Sättigung aßen. Für die andere Gruppe kam es durch den Verzehr des ersten Nahrungsmittels noch nicht zur Überschreitung der Diätgrenze, so dass anschließend nur bis zu diesem Punkt gegessen wurde. In Abbildung 2.7 sind die beschriebenen Mechanismen grafisch veranschaulicht.

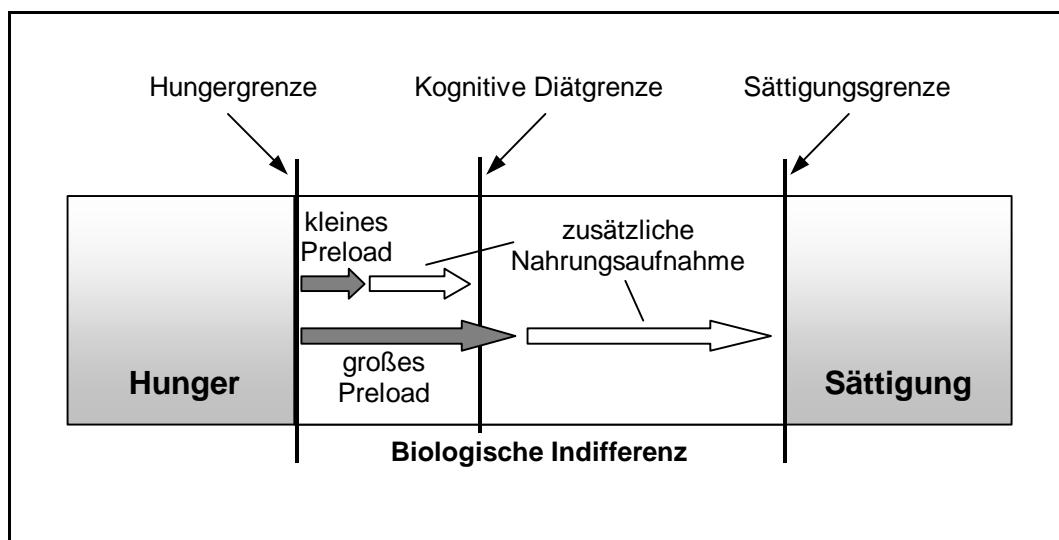


Abbildung 2.7 Darstellung der Wirkung verschieden großer Preloads auf die Nahrungsaufnahme gezügelter Esser im Rahmen des Boundary-Modells (modifiziert nach Herman & Polivy, 1984)

Die Autoren unterstreichen, dass die Diätgrenze als rein kognitiv zu betrachten ist, da verschiedene Studien die genannten Effekte bei gezügelten Essern gefunden haben, die nur *glaubten*, ihr Diätlimit bereits überschritten zu haben oder erwarteten, es zu überschreiten (vgl. Polivy, 1976; Spencer & Fremouw, 1989).

Auch die Befunde von Ruderman, Belzer und Halperin (1985, vgl. Abschnitt 2.2.3.2), dass auch die ungezügelten Frauen in der Erwartung eines zweiten Geschmackstests mehr statt weniger Kekse konsumierten als bei der Annahme einer Einzeltestung, lassen sich mit diesem Modell erklären: Da die Personen zwei bis drei Stunden zuvor eine normale Mahlzeit eingenommen hatten, ist zu vermuten, dass sie sich zum Zeitpunkt der Untersuchung im Bereich der „biologischen Indifferenz“ befanden: Demnach könnte ihr Essverhalten durch soziale, kognitive oder manipulationspezifische Faktoren (Aufforderungscharakter der Situation) beeinflusst worden sein, wodurch sie mehr zu sich nahmen, als von den Autorinnen vorausgesagt worden war. Ebenso sind auch die Ergebnisse anderer Arbeitsgruppen (Kirschenbaum & Tomarken, 1982; Tomarken & Kirschenbaum, 1984, vgl. Abschnitt 2.2.3.2) mit Hilfe des Modells erklärbar. In beiden Studien zeigten die ungezügelten Esser entgegen den Hypothesen der Autoren jeweils in einer Bedingung ein gegenregulatorisches Verhalten. Dieses lässt sich dadurch erklären, dass das Essverhalten in der Zone „biologischer Indifferenz“ kaum durch physiologische Mechanismen reguliert wird und auch an den Grenzbereichen zum Hunger- bzw. Sättigungszustand kognitive Faktoren die physiologischen Prozesse teilweise außer Kraft setzen können.

Weitere Befunde, die im Rahmen der Externalitäts-Forschung gewonnen wurden, lassen sich ebenfalls unter dem Aspekt des „gezügeltens Essverhaltens“ interpretieren, wenn man mit Nisbett (1972) davon ausgeht, dass es sich bei den Übergewichtigen hauptsächlich um Personen gehandelt hat, die ihre Nahrungsaufnahmen bewusst einschränken, während die Normalgewichtigen ein überwiegend ungezügeltens Essverhalten an den Tag legen. In diesem Zusammenhang sind besonders die Ergebnisse von Nisbett in der „Eiscremestudie“ (1968b) erwähnenswert, die der Autor bereits bei der Entwicklung seiner Set-Point-Theorie neu interpretierte. Hier verhielt sich ein Teil der Normalgewichtigen (37 %) ähnlich wie die Übergewichtigen. Diese Personen berichteten, dass sie in der Vorgeschichte an Übergewicht gelitten hätten und könnten somit im Rahmen des Restrained-Eating-Konzeptes als gezügeltens Esser interpretiert werden, die eine hohe kognitive Kontrolle ihres Essverhaltens ausüben, um nicht wieder an Gewicht zuzunehmen. Gerade das Verhalten dieser Personengruppe weist darauf hin, dass bei einer Unterteilung von Personen, die sich lediglich auf das Körpergewicht bezieht, Verfälschungen der Ergebnisse aufgrund der unterschiedlichen Anteile von gezügeltens und ungezügeltens Essern in den Gewichtsgruppen auftreten können (vgl. auch die Anteile der gezügeltens Esser bei den von Hibscher und Herman (1977) untersuchten Über- und Normalgewichtigen).

In Bezug auf die *restrained eaters* betonen Heatherton, Herman, Polivy, King und Mc Gree (1988), dass ein gegenregulatorisches Essverhalten in Preload-Studien grundsätzlich nur dann zu beobachten sei, wenn sich die verabreichten Preloads genügend stark voneinander unterscheiden: Die für *restrained eaters* charakteristische *counter regulation* bezeichnet das oben beschriebene Verhaltensmuster: Der gezügeltens Esser nimmt nach einem **großen** Preload **mehr** Nahrung zu sich als nach einem **kleinen**, da das **kleine** Preload noch **unterhalb** der

Diätgrenze liegt (und nur bis zum Erreichen dieser Grenze gegessen wird), während das **große** bereits **darüber** liegt (und die Nahrungsaufnahme nun erst beim Erreichen der Sättigungsgrenze beendet wird). Liegen jedoch beide Preloads auf derselben Seite der Diätgrenze (also beide darüber oder darunter), so lässt sich im Verhalten der *restrained eaters* kein Unterschied zum kompensatorischen Verhalten der *unrestrained eaters* erkennen: Es wird in diesem Fall nach einem **großen** Preload jeweils **weniger** konsumiert als nach einem **kleinen**, da das **große** Preload immer näher an der jeweiligen oberen Grenze (entweder der Diätgrenze oder der Sättigungsgrenze) liegt als das kleine. Abbildung 2.8 stellt diese Beziehung grafisch dar.

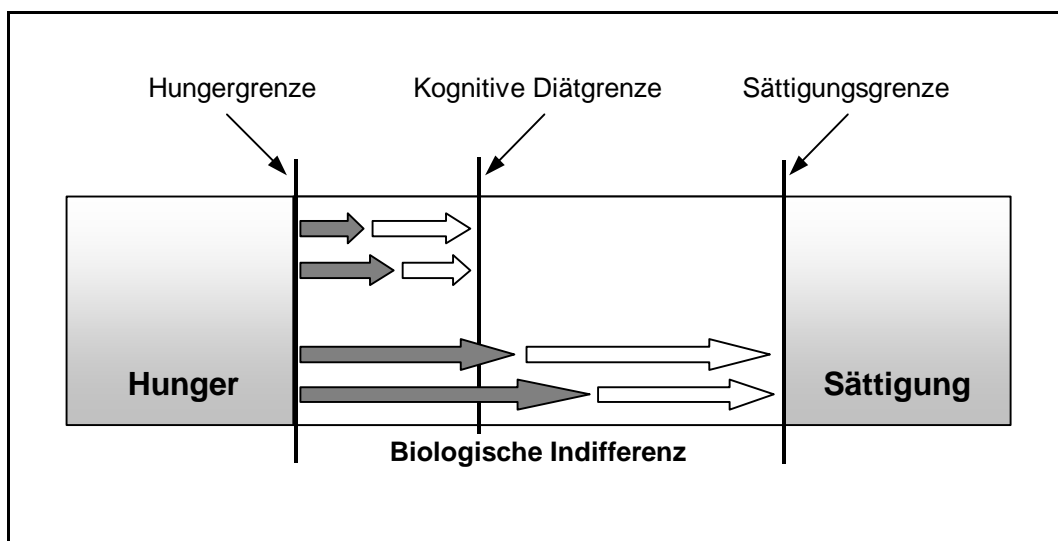


Abbildung 2.8 Darstellung der Wirkung ähnlich großer Preloads auf die Nahrungsaufnahme gezügelter Esser im Rahmen des Boundary-Modells (modifiziert nach Herman & Polivy, 1984)

Auf diese Weise lassen sich auch die Befunde von Ruderman und Wilson (1979) und Ruderman und Christensen (1983) erklären, die für übergewichtige gezügelte Esser ein kompensatorisches Essverhalten beschrieben, während normalgewichtige gezügelte Esser eine Gegenregulation zeigten. Im Gegensatz zu den genannten Autoren, die in ihren Ergebnissen eine Widerlegung der Restraint-Theorie bzw. einen Hinweis auf psychometrische Unzulänglichkeiten der *Restraint Scale* (für eine ausführliche Darstellung siehe Abschnitt 2.2.3.6) sehen, erklären Heatherton et al. (1988) die Befunde anhand verschiedener Diätgrenzen bei normal- und übergewichtigen Essern: Falls Übergewichtige eher eine strengere (niedrigere) Diätgrenze aufweisen als Normalgewichtige, so könnte diese bereits bei einem kleinen Preload überschritten worden sein. Setzen sich Übergewichtige dagegen gegenüber Normalgewichtigen eine weniger strikte (höhere) Diätgrenze, so könnte auch das größere Preload noch darunter fallen. Eine endgültige Aussage über das Essverhalten übergewichtiger gezügelter Esser lässt sich nach Meinung dieser Autoren nur dann treffen, wenn die Wirkung

mehrerer verschiedener Preloads (klein, mittel, groß, sehr groß) miteinander verglichen würde und die Versuchspersonen zudem darüber befragt würden, welche Speisen (oder Mengen) eine Verletzung ihrer Diät bedeuten würden.

Neben einer angenommenen Überschreitung der Diätgrenze fanden verschiedene Autoren weitere Faktoren, die dazu führen, dass gezügelte Esser ihre physiologische Sättigungsgrenze erreichen, statt vorher die Nahrungsaufnahme zu beenden. So gehen Polivy und Herman davon aus, dass Stress oder emotionale Belastungen wie Angst oder Depressivität dazu führen können, dass die Diätgrenze zeitweilig ignoriert wird, da andere Probleme oder Motive (z.B. Coping-Strategien) eine höhere Priorität erhalten und in den Fokus der Aufmerksamkeit gelangen. Eine Reihe von Studien, die den Zusammenhang zwischen verschiedenen Belastungen und Essverhalten untersuchten, sollen im folgenden Kapitel dargestellt werden.

2.2.3.4 Bedeutung emotionaler Faktoren für das Essverhalten gezügelter Esser

2.2.3.4.1 Depressivität und Essverhalten

Um herauszufinden, wie sich eine negative Stimmung auf das Essverhalten bei gezügelten und ungezügelten Essern auswirkt, wurden sowohl korrelative Feldstudien als auch experimentelle Laboruntersuchungen durchgeführt. Bereits 1976 stellten Polivy und Herman an einer Stichprobe von 12 depressiven Patienten fest, dass die *restrained eaters* in dieser Gruppe nicht die typische Gewichtsabnahme zeigten, die bislang mit depressiven Erkrankungen in Verbindung gebracht worden war. Im Gegensatz zu den ungezügelten Essern, die im Verlauf der Erkrankung tatsächlich an Gewicht verloren, kam es bei den gezügelten Essern zu einer Gewichtszunahme. Auch hier zeigen sich wieder gewisse Parallelen zwischen gezügelten Essern und Übergewichtigen. Plutchik (1976) fand in einer korrelativen Fragebogen-Untersuchung an 60 Personen u.a. signifikante Zusammenhänge zwischen dem (Über-)Gewicht und den Angaben zu den Aussagen: „Ich esse mehr, wenn ich deprimiert bin.“ und „Ich esse mehr, wenn ich nervös bin.“ Da das Ausmaß der kognitiven Kontrolle des Essverhaltens in dieser Studie nicht überprüft wurde, lässt sich vermuten, dass die gefundenen Korrelationen auf den hohen Anteil an gezügelten Essern in der Gruppe der Übergewichtigen zurückzuführen sind. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kamen auch Leon und Chamberlain (1973): Sie untersuchten übergewichtige Teilnehmer einer Gewichtsreduktionsgruppe und verglichen Personen, deren Gewicht auch noch ein Jahr nach Abschluss des Training stabil war (*maintainers*) mit Teilnehmern, die während dieser Zeit wieder mehr als 20 % des verlorenen Gewichts zugenommen hatten (*regainers*). Es zeigte sich, dass die *regainers* wesentlich mehr emotionale Zustände (fröhlich, ängstlich, aufgeregt, einsam, gelangweilt) als Anlass, etwas zu essen, angaben als die *maintainers* und die Kontrollpersonen. Von den *maintainers* wurden dagegen Einsamkeit und Langeweile am häufigsten genannt. Die Kontrollpersonen gaben am

häufigsten an, aufgrund von Hunger zu essen, wohingegen diese Kategorie bei den Übergewichtigen nur eine untergeordnete Rolle spielte. Auch die hier beobachteten Unterschiede weisen auf Unterschiede in der kognitiven Kontrolle des Essverhaltens sowie der Störbarkeit dieser Kontrolle zwischen den Gruppen hin. Während sich von der Kontrollgruppe vermuten lässt, dass sie weitgehend aus ungezügelter Essern bestand, könnten die Unterschiede in der Gruppe der Übergewichtigen darauf hinweisen, dass auch die gezügelten Esser keine homogene Gruppe darstellen, sondern sich im Ausmaß der Enthemmbarkeit der bewussten Zurückhaltung unterscheiden (vgl. Herman und Mack, 1975; Abschnitt 2.2.3.1).

Da die verwendeten Methoden (Felduntersuchung ohne Kontrollgruppe, Fragebögen) keinen eindeutigen Beleg für die kausale Beziehung zwischen der Stimmung und dem Essverhalten erlauben, wurden in der Folge zahlreiche experimentelle Arbeiten durchgeführt. Hierbei wurden den Versuchsteilnehmern mittels verschiedener Verfahren Stimmungen induziert und anschließend das Essverhalten beobachtet: Baucom und Aiken (1981) induzierten beispielsweise durch eine Reihe unlösbarer Aufgaben eines vorgeblichen „Leistungstests“ bei der Hälfte ihrer gezügelten und ungezügelten Probanden eine negative Stimmung. Anschließend wurde das Essverhalten der Versuchspersonen in einem angeblich „zweiten, vom ersten völlig unabhängigen Versuch“ im Rahmen eines „Geschmackstest“ erhoben, um den Teilnehmern keine Hinweise über einen vermuteten Zusammenhang zwischen Essverhalten und Stimmung zu geben. Auch in dieser Studie nahmen gezügelte Esser in einer negativen Stimmung etwa doppelt soviel Nahrung zu sich wie neutral oder positiv gestimmte gezügelte Esser. Für die ungezügelten Esser ergab sich wiederum ein umgekehrtes Bild. In einer schlechten Stimmung nahmen sie 34 % weniger zu sich als in einer guten Stimmung. Zusätzlich ist bei dieser Studie erwähnenswert dass die gefundenen Ergebnisse ebenso für normal- wie für übergewichtige Probanden gelten. Eine Studie von Ruderman (1985a), in der ein ähnliches Design mit einer größeren Stichprobe (N = 105) verwendet wurde, kam zu vergleichbaren Ergebnissen. Mittels einer Regressionsanalyse fand die Autorin bei Personen mit einer dysphorischen Stimmung eine hohe positive Korrelation zwischen der Nahrungsaufnahme und dem Summenscore der Restraint-Skala (für eine ausführliche Darstellung des Instruments siehe Abschnitt 2.2.3.6). Personen, denen keine negative Stimmung induziert worden war, zeigten eine leicht negative Beziehung zwischen Ausmaß der kognitiven Kontrolle des Essverhaltens und verzehrter Nahrungsmenge. Zusätzlich untersuchte Ruderman die Bedeutung der beiden Subskalen der Restraint-Skala „*weight fluctuation*“ (Gewichtsschwankungen) und „*dietary concern*“ (Beschäftigung mit Diätmaßnahmen) und kommt zu dem Schluss, dass der Faktor „*dietary concern*“ einen besseren Prädiktor für das Essverhalten darstelle als der Faktor „*weight fluctuation*“. In einer weiteren Studie zu diesem Thema (Frost, Goolkasian, Ely & Blanchard, 1982) untersuchten die Autoren das Essverhalten von gezügelten und ungezügelten Essern in einer positiven, negativen oder neutralen Stimmung. Die Stimmungsinduktion erfolgte in diesem Versuch über eine Reihe von zunehmend positiver oder negativer werdenden Selbstaussagen, die von den Versuchspersonen gelesen wurden. Außerdem sollten sie versuchen,

sich in die den Aussagen entsprechende Stimmung hinein zu versetzen. In der Bedingung „neutrale Stimmung“ erhielten die Probanden eine Reihe von nicht selbstwertbezogenen Aussagen vorgelegt. Auch in dieser Studie aßen die gezügelten Esser im anschließenden Geschmackstests mehr, wenn sie sich in einer negativen gegenüber einer neutralen oder positiven Stimmung befanden. Ungezügelter Esser dagegen zeigten wieder eine leichte Reduktion der Nahrungsaufnahme. Im Gegensatz zu Ruderman (1985a) fanden diese Autoren allerdings bei einer Aufteilung der beiden Subskalen der Restraint-Skala einen deutlichen Effekt für den Faktor „*weight fluctuation*“, wohingegen die Analyse des Faktors „*dietary concern*“ überhaupt keine signifikanten Effekte erbrachte.

Während die bisher genannten Studien also alle eindeutig eine gegenläufige Reaktion gezügelter und ungezügelter Esser auf die Induktion negativer Stimmungen zeigten (*restrained eaters* steigern ihre Nahrungsaufnahme, *unrestrained eaters* senken sie), lässt sich bisher nicht genau sagen, welche Aspekte des Konstrukts „*restrained eating*“ für die Reaktion der gezügelten Esser besonders entscheidend sind und sich damit als geeignete Prädiktoren des Essverhaltens eignen.

Um genauer zu überprüfen, welche Art von negativer Stimmung den beschriebenen Effekt auf das Essverhalten auslösen kann, induzierten Rotenberg und Flood (1999) bei gezügelten und ungezügelter Personen entweder eine traurige, einsame oder neutrale Stimmung. Dabei unterteilten die Autoren die Probandinnen sowohl anhand der Restraint-Skala als auch anhand ihres gegenwärtigen Diätverhaltens (Person hält zur Zeit Diät oder nicht). Im anschließenden „Geschmackstest“ fanden die Autoren innerhalb der Gruppen „derzeitig auf Diät“ und „derzeitig keine Diät“ keine Unterschiede zwischen der traurigen und der neutralen Stimmung. In einer einsamen Stimmung allerdings erhöhte die Diätgruppe ihren Konsum, während die andere ihn reduzierte. Neben diesem situationalen Ansatz untersuchten die Autoren in einem dispositionalen Design die Zusammenhänge einer überdauernden einsamen Stimmung, des generellen Restraint-Status (gemessen über die Restraint-Skala) und des Essverhaltens. In einer Regressionsanalyse fanden sie eine signifikante Interaktion zwischen den Werten auf der Einsamkeits-Skala und dem Summenscore der Restraint-Skala. In einem weiteren Schritt unterteilten die Autoren die Versuchsteilnehmer anhand der Restraint-Werte in drei Gruppen und berechneten für jede Gruppe den Zusammenhang zwischen Einsamkeit und verzehrter Nahrungsmenge. Wie erwartet wurde dieser Zusammenhang durch das Ausmaß des gezügelten Essens moderiert: Während sich für Probanden mit niedrigen und mittleren Restraint-Werten eine negative Beziehung zwischen der Höhe des Einsamkeitswertes und der verzehrten Menge ergab, war diese Korrelation für die stark gezügelten Esser positiv. Interessant ist an dieser Studie, dass hier im Gegensatz zu den zuvor zitierten Befunden keine Effekte der induzierten depressiven Stimmung oder der allgemeinen Depressivität (erhoben durch Fragebögen) auftraten.

Als Erklärung für die unterschiedlichen Reaktionen der gezügelten und ungezügelter Esser auf die Induktion negativer Stimmungen nennen die Autoren der einzelnen Studien verschie-

dene Möglichkeiten: Zum einen sehen alle hier zitierten Autoren in ihren Ergebnissen einen Beleg für die Annahme von Polivy und Herman (1976), dass emotionale Belastung einen Disinhibitor für das Essverhalten der *restrained eaters* darstellt und sie in negativer Stimmung ihre Selbstkontrolle nicht wie sonst aufrechterhalten können. Frost et al. (1982) betonen zusätzlich, dass eine vergleichbare Disinhibition bei positiver Stimmung nicht beobachtet werden konnte und stellen somit die Bedeutung negativer Emotionen für das Essverhalten heraus. Weiterhin nehmen sie an, dass die gezügelten Esser sich durch die Nahrungsaufnahme wieder in eine bessere Stimmung bringen konnten, da sie anschließend niedrigere Depressionswerte aufwiesen als die ungezügelten Esser, die emotional nicht von dem Nahrungskonsum profitierten.

Baucom und Aiken (1981) liefern neben der Disinhibitor-Hypothese eine alternative Erklärung: Ausgehend von der Feststellung, dass eine Phase depressiver Stimmung meist mit einem Verlust von Verstärkern einhergeht, gelangen die Autoren zu der Annahme, dass die unterschiedlichen Verhaltensweisen von gezügelten und ungezügelten Essern sich auf unterschiedliche Verstärker in den beiden Gruppen zurückführen lassen: Während in der Regel ein niedriges Körpergewicht und eine gute Figur für gezügelte Personen einen hohen Verstärkerwert haben, könnten Nahrung und der Vorgang des Essens verstärkend für ungezügelte Esser sein. Verlieren im Rahmen einer depressiven Stimmung diese Verstärker ihren Wert, so lohnt es sich für die gezügelten Esser nicht mehr, auf ihre Figur oder ihr Gewicht zu achten und sie essen mehr. Ebenso haben ungezügelte Esser in einer solchen Phase keine Freude und kein Interesse mehr an Nahrung und essen dementsprechend weniger. Der Vorteil dieses Erklärungsansatzes liegt darin, dass sich mit einem Mechanismus die unterschiedlichen Verhaltensweisen beider Gruppen erklären lassen. Im Modell von Polivy und Herman dagegen werden kognitive Faktoren für das Verhalten der *restrained eaters* verantwortlich gemacht, während das Verhalten der *unrestrained eaters* auf physiologischen Faktoren beruhen soll.

Trotz der Plausibilität dieser Erklärung, untersuchten verschiedene Autoren außerdem die Annahme, dass die Gegenregulation bei gezügelten Personen nicht nur durch eine kognitive Enthemmung hervorgerufen wird, sondern in bestimmten Situationen für diese Personen auch einen funktionellen Nutzen haben kann (vgl. Abschnitt 2.2.3.5), wie es in der Studie von Frost et al. (1982) vermutet wurde, in der sich die *restrained eaters* nach dem Verzehr besser fühlten.

2.2.3.4.2 Angst, Deprivation und Essverhalten

Im Rahmen der Untersuchung des Restraint-Konzeptes in Zusammenhang mit negativen Stimmungen wurde neben dysphorischen und depressiven Stimmungen auch besonders die Wirkung von Angst auf das Essverhalten gezügelter und ungezügelter Esser untersucht. Eine erste Studie in diesem Bereich, die im Design dem Experiment von Schachter, Goldman und Gordon (1968, vgl. Abschnitt 2.2.2.1.2) ähnelte wurde 1975 von Herman und Polivy durch-

geführt. Die Autoren verglichen hierbei das Essverhalten von gezügelten und ungezügelten Frauen in unterschiedlichen Angst-Bedingungen. Dabei ließen sie die Probandinnen glauben, es handle sich um eine Untersuchung zum Einfluss von „taktiler Stimulation auf die Geschmackswahrnehmung“, bei der als Reize elektrische Schläge verwendet würden. Während die Hälfte der Versuchspersonen annahm, es handle sich bei den Reizen um „ein leichtes Prickeln“, erwartete die andere Hälfte „schmerzhafte elektrische Schocks“. Anschließend sollten die Teilnehmerinnen den Geschmack von drei Eiscremesorten beurteilen, von denen sie soviel „probieren“ durften, wie sie wollten. Das Ausmaß der kognitiven Steuerung des Essverhaltens wurde mit einer Erweiterung der Restraint-Skala (Herman & Mack, 1975) bestimmt.

Die Autoren erwarteten, vergleichbare Ergebnisse zu finden wie zuvor von Schachter und seinen Mitarbeiter für über- und normalgewichtige Personen berichtet worden waren. Die Ergebnisse belegen die erwarteten Effekte deutlich: Ungezügelte Frauen reduzierten ihre Nahrungsaufnahme bei starker Angst signifikant um 39 % gegenüber der verzehrten Menge bei geringer Angst. Gezügelte Frauen dagegen steigerten ihrer Konsum um 24 % in der Bedingung „starke Angst“ gegenüber der Bedingung „geringe Angst“. Weitere Parallelen zu dem Experiment von Schachter und Mitarbeitern (Schachter et al., 1968) waren die erhöhte Ängstlichkeit der gezügelten im Vergleich zu den ungezügelten Probandinnen und die leichte Abnahme der Angst in beiden Gruppen im Verlauf der Untersuchung.

Mc Kenna (1972), der ebenfalls ein ähnliches experimentelles Design wählte wie Schachter et al. (1968), führte neben der Angstmanipulation (starke vs. keine Angst) eine Variation der Stimulus-Valenz ein: Nachdem den normal- und übergewichtigen Probanden ein reichliches Preload verabreicht worden war, sollten sie in einem vorgeblichen „Geschmackstest“ entweder sehr appetitliche Schokoladenkekse oder eher unappetitliche, trockene Brotchips bewerten. Auch hier zeigte sich ein starker Effekt der Angstinduktion auf die Nahrungsaufnahme: Während die normalgewichtigen Teilnehmer bei Angst ihre Nahrungsaufnahme um 39 % gegenüber der Kontrollbedingung senkten, steigerten die Übergewichtigen den Verzehr um 33 %. Dieser Effekt basierte allerdings hauptsächlich auf den verzehrten Mengen der appetitlichen Kekse: Konsumierten die Übergewichtigen in der Bedingung „starke Angst“ hiervon etwa doppelt soviel wie die Normalgewichtigen, nahmen sie von den unappetitlichen nur etwa 27 % mehr zu sich als diese. In der Bedingung „keine Angst“ nahmen beide Gruppen von den schmackhaften Keksen die doppelte Menge zu sich als von den Brotchips, unterschieden sich in ihrem Verzehr aber kaum voneinander. Im Gegensatz zu Mc Kenna, der seine Ergebnisse als Beleg für das psychosomatische Konzept ansah, interpretieren Herman und Polivy (1975) auch diese Ergebnisse im Sinne des Restraint-Konzeptes: Während es den gezügelten Personen (die in der Gruppe der Übergewichtigen überrepräsentiert sein sollten) in der Bedingung „keine Angst“ möglich war, sich weitgehend zurückzuhalten, gelingt ihnen dies in der Bedingung „starke Angst“ nicht mehr. Die Valenz der Nahrungsreize hat in Abhängigkeit von der Angstbedingung einen differenziellen Effekt auf den Nahrungskonsum: In der Bedingung

„keine Angst“ nehmen die Teilnehmer in beiden Gruppen eine wesentlich höhere Menge an wohlschmeckenden im Gegensatz zu neutralen Keksen zu sich. In der Bedingung „starke Angst“ reduzieren die ungezügelter Versuchspersonen ihren Konsum bei beiden Speisen, wohingegen die gezügelter Personen sich von den verlockenden Nahrungsstimuli verleiten lassen, besonders viel zu konsumieren.

Weitere Studien untersuchten den Zusammenhang von Angst und Nahrungsdeprivation in Bezug auf das Essverhalten. In einem Experiment der Arbeitsgruppe um Herman und Polivy (Herman, Polivy, Lank & Heatherton, 1987) überprüften die Autoren zum einen die Auswirkungen eines Preloads und zum anderen den Effekt einer starken gegenüber einer schwachen Angstinduktion auf das Essverhalten von gezügelter und ungezügelter Frauen. Sie fanden heraus, dass Personen, die ein Preload erhalten hatten, keinerlei Reaktionen auf die Angstmanipulation zeigten, unabhängig von ihrem Restraint-Status. Waren die Personen allerdings depriviert, so zeigten *restrained eaters* bei starker Angst eine Zunahme der Nahrungsaufnahme, während für *unrestrained eaters* eine Abnahme verzeichnet wurde. Die Autoren erklären diese Ergebnisse im Rahmen des Boundary-Modells. Die Reaktionen der hungrigen Probandinnen auf die Angstmanipulation entspricht den durch das Modell vorhergesagten Verhaltensweisen: Aufgrund der physiologischen Auswirkungen der Angst reduzieren hungrige ungezügelter Esser ihren Konsum. Auf deprivierte gezügelter Esser hatte die Angst die Wirkung eines Disinhibitors, der die kognitive Diätgrenze vorübergehend außer Kraft setzt, so dass die Nahrungsaufnahme stieg. In der Preload-Bedingung dagegen aßen die ungezügelter Frauen ohnehin nur eine minimale Menge, so dass durch die Angst kein weiterer Effekt erzielt wurde. Für die gezügelter Esser wiederum, die bereits aufgrund des Preloads (Überschreitung der kognitiven Diätgrenze) mehr essen, hat Angst keinen zusätzlichen enthemmenden Einfluss, sondern scheint eher leicht suppressiv zu wirken. Eine weitere Studie (Steele & Cooper, 1993), in der eine andere Form der Angstmanipulation (fingierte Rückmeldung einer erhöhten Herzfrequenz) verwendet wurde und statt der Gabe eines Preloads nur der subjektiv erlebte Hunger gemessen wurde, kam zu einem für gezügelter Esser entgegengesetzten Bild: War der erlebte Hunger stark, aßen die *restrained eaters* im entspannten Zustand wesentlich mehr als unter Angst. Im Gegensatz zum Befund von Herman et al. (1987) hatte die Angst hier also eine hemmende Wirkung. Bei den Personen, die nicht hungrig waren, entsprechen die Ergebnisse den von Herman et al. (1987) berichteten: Auch hier hatte die Induktion von Angst keinen weiteren Effekt auf den Nahrungskonsum. Insgesamt zeigten sich ungezügelter Esser weder durch den Hunger-Status noch durch die Angst in ihrem Essverhalten beeinflusst. Die Autoren schließen aus diesen Befunden, dass der erlebte Hunger einen sehr potenten Disinhibitor darstellt, dem die Angst jedoch entgegenwirkt. Die fehlende Reaktion der ungezügelter Esser auf die Angstinduktion (Senken des Konsums) führen die Autoren darauf zurück, dass die Angstmanipulation in dieser Studie keine Änderungen in vegetativen Maßen (Herzrate, Hautleitfähigkeit) bewirkte und somit auch das Essverhalten nicht durch physiologische Prozesse beeinflusst worden sein kann. Für die *restrained eaters* lässt sich

vermuten, dass durch die Art der Angstinduktion eine verstärkte Selbstaufmerksamkeit gefördert worden sein könnte, die zu einer erhöhten Aufmerksamkeit gegenüber diätbezogenen Regeln führen könnte.

Zusammenfassend lässt sich trotz teilweise uneindeutiger Befundlage zum gegenwärtigen Zeitpunkt davon ausgehen, dass emotionale Belastungen wie Angst oder Depressivität das Essverhalten von gezügelten und ungezügelten Essern differenziell beeinflussen und unter Umständen zu einer Aufrechterhaltung eines gestörten Essverhaltens beitragen können.

2.2.3.5 Funktionelle Aspekte der Nahrungsaufnahme bei gezügelten Essern

Verschiedene Autoren überprüften die Annahme, dass die Gegenregulation bei gezügelten Personen nicht nur durch eine kognitive Enthemmung hervorgerufen wird, sondern in bestimmten Situationen für diese Personen auch einen funktionellen Nutzen haben kann. So wurde in mehreren Studien wiederholt die Bedeutung einer Selbstwert-Bedrohung für das Essverhalten gezügelter Esser untersucht. Dabei betonen die Autoren häufig die Funktion des Essens als Ablenkung von Misserfolgserlebnissen oder selbstwertbedrohenden Kognitionen. Heatherton, Herman und Polivy (1991) stellten beispielsweise verschiedene Arten von Stressoren gegenüber und fanden unterschiedliche Effekte auf das Essverhalten ungezügelter und gezügelter Esser: Während eine körperliche Bedrohung (Androhung elektrischer Schocks wie bei Herman & Polivy, 1975, vgl. Abschnitt 2.2.3.4.2) zu einer deutlichen Verminderung der Nahrungszufuhr bei ungezügelten Essern führte, steigerten gezügelte Esser ihren Konsum hier nur leicht. Wurde den Versuchsteilnehmer dagegen suggeriert, sie hätten in einem einfachen Test versagt (unlösbare Aufgaben wie bei Baucom & Aiken, 1982; Ruderman, 1985a, vgl. Abschnitt 2.2.3.4.1) oder sie sollten in Kürze eine freie Rede halten (antizipierte Bedrohung), so aßen gezügelte Esser weitaus mehr als in der Kontrollbedingung, wohingegen ungezügelte Esser ihren Konsum nur leicht reduzierten. Die Autoren begründen diese differenzielle Wirkung der einzelnen Stressoren mit der Funktion, die das Essen für die Aufrechterhaltung des Selbstwertes bei gezügelten Essern haben könnte: Sie vermuten, dass die Enthemmung des Essverhaltens bei gezügelten Essern eine Bewältigungsstrategie im Umgang mit unangenehmen, selbstwertbedrohenden Kognitionen sein könnte: So fällt es dem *restrained eater* vielleicht leichter, mit den negativen Emotionen umzugehen, die aus dem Überessen resultieren als sich mit seinem Versagen in Tests oder sozialen Situationen auseinander zu setzen. Eine andere mögliche Erklärung liefern auch Heatherton und Baumeister (1991): Sie nehmen an, dass negative Erlebnisse oder Emotionen zu einer motivationalen Verschiebung der Aufmerksamkeit führen können: Durch das Essen kommt es zu einer Reduktion der in diesem Zustand als besonders aversiv empfundenen Selbstaufmerksamkeit und die Person konzentriert sich auf konkrete, direkt durchführbare Verhaltensweisen, durch die sie ihren negativen Selbstwertgedanken entfliehen kann (vgl. auch Heatherton, Herman & Polivy, 1992). Diese rufen eventuell zusätzlich angenehme Gefühle hervor, da die Person hier

in der Regel Speisen verzehrt, die sie sich sonst verbietet. Da der Konsum von Nahrung für ungezügelte Esser weniger selbstwerterhaltende Funktionen aufweist, kommt es bei ihnen unter Stressbedingungen eher nicht zum Überessen. Im Gegenteil verringern sie ihren Konsum, wenn durch die Stressbelastung zusätzlich physiologische Veränderungen eintreten. Zu ähnlichen Befunden kamen auch Heatherton, Polivy, Herman und Baumeister (1993) in einem Versuch, in dem sie systematisch die Selbstaufmerksamkeit der gezügelten und ungezügelten weiblichen Versuchspersonen nach einem Misserfolgserlebnis variierten: Nachdem die Probandinnen zunächst zehn Minuten lang allein an einer logischen Aufgabe gearbeitet hatten, die sie in dieser Zeit nicht lösen konnten, wurden sie aufgefordert, entweder eine Videoaufzeichnung ihres erfolglosen Versuchs zu betrachten, ein ablenkendes Video anzuschauen oder nur auf die Durchführung des folgenden Versuchsteils zu warten. Die Kontrollgruppe erlebte keinen Misserfolg, sondern sollte mehrere Puzzles ausprobieren und anschließend eine Präferenz angeben. Wie erwartet aßen die gezügelten Esser im nachfolgenden „Geschmackstest“ in den Bedingungen „Misserfolg“ und „Misserfolg und ablenkendes Video“ weniger Eiscreme als in den Bedingungen „Misserfolg mit Videoaufzeichnung“ und „Kontrolle“. Die ungezügelten Esser dagegen nahmen bei „Misserfolg“ und „Misserfolg mit Videoaufzeichnung“ weniger zu sich als in der Kontrollbedingung. Die Autoren sahen in diesen Ergebnissen einen Beleg für die Annahme, dass durch eine hohe Selbstaufmerksamkeit die Inhibition des Essverhaltens möglich ist, während eine „Flucht“ aus diesem aversiven, selbstwert-fokussierten Zustand zu einer Disinhibition der *restrained eaters* führt. Das Verhalten der *unrestrained eaters* erklärten die Autoren wiederum über die Wirkung physiologischer Prozesse.

Um einen direkten Beleg dafür zu erbringen, dass in selbstwertbedrohenden Situationen dem Gegenregulationseffekt der gezügelten Esser ein funktioneller Nutzen zukommt, stellten Polivy, Herman und Mc Farlane (1994) in einer Studie diese Hypothese einem Externalitäts-Ansatz gegenüber: Während die funktionelle Hypothese davon ausgeht, dass gezügelte Esser, die ihren Selbstwert bedroht sehen, auch bei einer unappetitlichen Speise zu einer Gegenregulation tendieren, sollten sie sich laut der Externalitäts-Hypothese nur bei sehr schmackhafter Nahrung überessen. Die Autoren induzierten die selbstwertbezogene Angst durch die Ankündigung einer freien Rede, die von der Probandin angeblich nach dem „Geschmackstest“ gehalten werden sollte. In der Kontrollbedingung sollte die Teilnehmerin allein eine einfache Valenzbeurteilung abgeben. Im „Geschmackstest“ erhielten die Versuchspersonen entweder wohlschmeckende oder weniger appetitliche Kekse nacheinander angeboten (in unterschiedlicher Reihenfolge). Die Ergebnisse unterstützen eindeutig die funktionelle Hypothese: Die gezügelten Frauen aßen in der Angstbedingung mehr als in Kontrollbedingung, unabhängig vom Geschmack der Kekse, die ungezügelten Frauen reduzierten ihren Konsum leicht (vgl. die Ergebnisse von Mc Kenna, 1972, Abschnitt 2.2.3.4.2). Die Autoren favorisieren als Erklärung wiederum die Ablenkung der Aufmerksamkeit von der Person selbst auf die unmittelbare Tätigkeit des Essens. Zusätzlich fanden sie einen Hinweis darauf, dass das Essen

auch eine tröstende Funktion haben könnte, da sich die ängstlichen gezügelten Esser nach dem Verzehr der schmackhaften Kekse glücklicher einschätzten als zuvor.

2.2.3.6 Psychometrische Aspekte bei gezügelten Essern

Im Rahmen der Entwicklung des Restraint-Konzeptes entwarfen Herman und Mitarbeiter einen Fragebogen, anhand dessen sie die Versuchsteilnehmer in gezügelte und ungezügelte Esser (meist durch einen Median-Split des Summenscores) unterteilten. Während diese *Restraint Scale* zunächst nur aus fünf Fragen (Herman & Mack, 1975) mit unterschiedlichen Antwortformaten bestand, wurde in anderen Studien (Herman & Hibscher, 1977; Herman & Polivy, 1975; Polivy, 1976; Polivy & Herman, 1976) eine Version mit elf Items benutzt. Diese enthielt neben den ursprünglichen fünf Items weitere sechs Fragen zu Gewichtsschwankungen. Während vier dieser Items freie Antwortformate aufwiesen, variierte die Kodierung der anderen. Für die erste Version der *Restraint Scale* gaben Herman und Mack (1975) eine Inter-Item-Reliabilität von 0.65 (Cronbachs α) an. Die spätere Version hatte eine interne Konsistenz von $\alpha = 0.75$. Bei einer Unterteilung in zwei Unterskalen („*diet and weight history*“ und „*concern with food and eating*“), korrelierten diese niedriger miteinander ($r = 0.48$), als es ihre internen Konsistenz-Werte ($\alpha = 0.68$ und $\alpha = 0.62$) vermuten lassen. Somit scheinen die Subgruppen der Items unterschiedliche Dimensionen zu messen, weshalb eine Kombination (Summen-Score) von einigen Autoren (Blanchard & Frost, 1983) als ungünstig bewertet wird. Die neueste Fassung des Fragebogens, die „*Revised Restraint Scale*“, die in den Arbeiten ab 1978 (z.B. Fremouw & Spencer, 1979; Herman, Polivy & Silver, 1979; Polivy, Herman, Younger & Eskrine, 1979; Ruderman & Wilson, 1979) zum Einsatz kam, zeichnet sich durch zehn Fragen mit geschlossenen Antwortformaten aus. Da bis zu diesem Zeitpunkt keine Validierung des Restraint-Fragebogens erfolgt war und für die letzte Version auch keine Reliabilitäts-Kennwerte existierten, beschäftigten sich in den folgenden Jahren verschiedene Autoren damit, anhand großer Stichproben sowohl die Reliabilität als auch die Konstrukt-Validität der *Restraint Scale* sowie weiterer Fragebogeninstrumente zur Erfassung dieses Konzeptes zu untersuchen.

Blanchard und Frost (1983) fanden beispielsweise in zwei Studien mit jeweils rund 200 jungen Frauen, dass sich die *Revised Restraint Scale* in zwei Faktoren unterteilen lässt, die als „*dietary concern*“ (DC, Diätbewusstsein; 6 Items) und „*weight fluctuation*“ (WF, Gewichtsschwankungen; 4 Items) bezeichnet wurden. Gemeinsam klären diese Faktoren in beiden Analysen mehr als 50 % der Varianz auf. Da bis auf ein Item alle anderen jeweils nur auf einem Faktor eine hohe Ladung erbrachten, lassen sich die Faktoren als deutlich unterschiedliche Aspekte desselben Konstrukts betrachten. Weiterhin ergaben sich hohe Kongruenzen der Faktoren in den beiden Stichproben von $\Phi > 0.99$, wodurch die Unabhängigkeit der Faktoren von der jeweiligen Stichprobe deutlich wird. Die Einzel-Reliabilitäten der beiden Faktoren sind mit Werten zwischen 0.69 und 0.79 in beiden Stichproben als befriedigend anzusehen.

In Beziehung zu dem Gewichts-Status der Teilnehmerinnen fanden die Autoren signifikante positive Korrelationen der beiden Faktoren mit dem Ausmaß des Übergewichts, der Abweichung vom gewünschten Idealgewicht und negative Korrelationen mit dem „*body image*“. Während der Zusammenhang des Faktors „*weight fluctuation*“ mit den beiden Gewichtsvariablen deutlich höher war (0.47 – 0.56) als deren Korrelationen mit dem Faktor „*dietary concern*“ (0.29 – 0.35), waren die Korrelationen beider Faktoren mit dem „*body image*“ nur moderat (-0.17 – -0.29). Partialkorrelationen zwischen den beiden Restraint-Faktoren und „*body image*“, bei denen jeweils der Einfluss einer der beiden Gewichtsvariablen konstant gehalten wurde, erlangten darüber hinaus bis auf eine Ausnahme keine Signifikanz.

Als eine weitere Überprüfung der Konstruktvalidität berechneten Blanchard und Frost außerdem den Zusammenhang der Restraint-Faktoren mit Selbstbeurteilungs-Maßen der öffentlichen und privaten Aufmerksamkeit (*public/private consciousness*) und der sozialen Ängstlichkeit. Es zeigte sich, dass sowohl die öffentliche Aufmerksamkeit als auch die soziale Ängstlichkeit mit dem „Diätbewusstsein“ korrelierten, wobei diese Zusammenhänge auch bei Herausparsialisieren der Gewichtsvariablen signifikant blieben.

Die Autoren interpretieren ihre Ergebnisse zum einen als Beleg für die Aussagen von der Arbeitsgruppe um Herman, dass Unterschiede zwischen übergewichtigen und normalgewichtigen Versuchspersonen sich auf Unterschiede im Restraint-Status zurückführen lassen, da die hohen Korrelationen zwischen dem Faktor „*weight fluctuation*“ und den Gewichtsvariablen auf eine Konfundierung zwischen *dietary restraint* und (Über-)Gewicht hinweisen. Zum anderen betonen sie, dass eine getrennte Auswertung der beiden Faktoren sinnvoller sei als eine gemeinsame, da aufgrund der unterschiedlichen Korrelationen mit anderen Variablen („Gewichtsschwankungen“ mit Gewichtsvariablen, „Diätbewusstsein“ mit öffentlicher Aufmerksamkeit und sozialer Ängstlichkeit) deutlich werde, dass beide Faktoren sehr unterschiedliche Dimensionen erfassen. Insgesamt maßen die Autoren (vgl. auch Frost, Goolkasian, Ely & Blanchard, 1982) dem Faktor „*weight fluctuation*“ einen höheren Erklärungswert bei, da er besser zu der Argumentation von Herman und Mack (1975) bzgl. des Verhaltens Übergewichtiger passt als der Faktor „*dietary concern*“.

Im Gegensatz zu Blanchard und Frost (1983) fand Ruderman (1983) in einer Studie, in der sowohl normal- als auch übergewichtige Frauen befragt wurden, unterschiedliche Faktorenstrukturen der *Revised Restraint Scale* in beiden Gruppen: Während sich in der normalgewichtigen Stichprobe dieselben beiden Faktoren ergaben (Varianzaufklärung 59 %), die auch Blanchard und Frost (1983) gefunden hatten, erhielt Ruderman für die übergewichtigen Personen eine vierfaktorielle Lösung. Allerdings stellte sie ebenfalls fest, dass die Varianz der Summenwerte bei den normalgewichtigen Probandinnen signifikant höher war als bei den übergewichtigen, wodurch sich z.T. auch die unterschiedlichen Reliabilitäts-Werte (0.86 vs. 0.51) in den beiden Stichproben erklären lassen. In einer weiteren Studie untersuchte die Autorin die Beziehung zwischen der *Restraint Scale* mit Maßen sozialer Erwünschtheit und Defensivität. Dabei zeigte sich für normalgewichtige Frauen ein starker negativer Zusammen-

hang zwischen Restraint-Scores und Defensivität, während die Korrelationen der Restraint-Werte mit der sozialen Erwünschtheit in beiden Gruppen nur leicht negativ ausfiel. Ruderman (1983) sieht diese Befunde als Hinweis darauf, dass normalgewichtige Personen die Restraint-Items im Gegensatz zu übergewichtigen Personen, die insgesamt auch höhere Summenwerte erreichten, als negativ wahrnehmen und daher versuchen, insgesamt in einem möglichst positiven Licht zu erscheinen.

In zwei weiteren Erhebungen überprüfte Ruderman (1985b) die Beziehung zwischen gezügelmtem Essverhalten, Übergewicht und bulimischen Essanfällen. In einer Stichprobe von 416 jungen Frauen ergaben sich signifikante Korrelationen zwischen dem Ausmaß an Übergewicht mit den einzelnen Restraint-Faktoren „Gewichtsschwankungen“ und „Diätbewusstsein“ sowie ihrem Summenwert. Im Rahmen einer Regressionsanalyse zeigte sich allerdings, dass der Faktor „*weight fluctuation*“ das Übergewicht signifikant besser vorhersagte als der Faktor „*dietary concern*“. In Bezug auf Essanfälle korrelierten sowohl die Einzelfaktoren als auch der Gesamtwert der *Restraint Scale* signifikant mit einem Maß für bulimische Tendenzen. Auch ihre Vorhersagewerte innerhalb einer Regressionsgleichung waren ähnlich.

Eine Replikation dieser Studie mit einer kleineren Stichprobe (N = 158) kam zu nahezu identischen Ergebnissen. Eine Ausnahme bildete die Vorhersage bulimischer Tendenzen, die in diesem Fall besser durch den Faktor „*dietary concern*“ als durch „*weight fluctuation*“ gelang. Ruderman (1985b) sieht in diesen Befunden eine Erklärung für die höheren Restraint-Werte übergewichtiger Personen, die sie auf höhere Punktwerte auf dem Faktor WF zurückführt. Sie nimmt daher an (vgl. auch Ruderman, 1985a), dass eine stärkere Fokussierung der Restraint-Theorie auf den Aspekt des Diäthaltens einen wichtigen Beitrag zur Erklärung von Essanfällen und bulimischem Essverhalten leisten könne.

Lowe (1984), der ebenfalls die Beziehung zwischen Restraint-Konstrukt und Übergewicht überprüfte, fand in einer faktorenanalytischen Untersuchung an 125 normal- und 21 übergewichtigen Studenten zwei Faktoren, die den bisher beschriebenen sehr ähneln. Zusätzlich ergab sich allerdings ein dritter Faktor, der mit nur zwei Items dennoch einen erheblichen Anteil an Varianz aufklärt (17.6 %). Das Ausmaß an Übergewicht der Versuchspersonen korrelierte auch in dieser Studie signifikant mit den Summenwerten der *Restraint Scale* sowie mit den beiden ersten Faktoren. Dabei wies im Gegensatz zu zuvor zitierten Befunden der Faktor „*dietary concern*“ einen signifikant höheren Zusammenhang mit dem Übergewicht der Versuchsteilnehmer auf als der Faktor „*weight fluctuation*“. Diese Korrelation blieb außerdem bestehen, wenn der Einfluss des anderen Faktors herauspartialisiert wurde, wohingegen dies für den Faktor „*weight fluctuation*“ nicht der Fall war. Weiterhin fand Lowe ebenso wie Ruderman (1983) für Übergewichtige höhere Gesamtwerte auf der *Restraint Scale*, die sich in dieser Studie allerdings auf höhere Werte auf dem Faktor „*Diätbewusstsein*“ zurückführen ließen. Trotz dieser Überlegenheit des Faktors „*dietary concern*“ als Prädiktor für Übergewicht, hielt Lowe – auch in Anbetracht der Ergebnisse anderer Studien – die Beibehaltung des Faktors „*weight fluctuation*“ im Rahmen der Restraint-Forschung für sinnvoll.

Zusätzlich erhob Lowe das Ausmaß, in dem die Personen gegenwärtig ihr Gewicht „unterdrückten“. Diese Variable wurde berechnet, indem die Differenz zwischen dem bisher aufgetretenen Maximalgewicht und dem derzeitigen Gewicht gebildet wurde. Es zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren sowie ihrem Summenwert und dem Ausmaß der „Gewichtsunterdrückung“, die auch nach Bereinigung der Korrelationen um den jeweils anderen Faktor erhalten blieben.

Ein interessanter Zusatzeffekt hinsichtlich des früheren und derzeitigen Gewichts zeigte sich bei einer Unterteilung der normalgewichtigen Teilnehmer in gezügelte und ungezügelte Esser mittels eines Median-Splits: Das bisherige Maximalgewicht der *restrained eaters* lag um ein vierfaches höher als das der *unrestrained eaters*. Auch zum Zeitpunkt der Untersuchung waren die gezügelten Esser schwerer und wichen gleichzeitig stärker von ihrem Maximalgewicht ab (11.1 % vs. 4.3 %) als die ungezügelten Esser. Dieses Ergebnis passt auch zu früheren Befunden im Rahmen der Übergewichtsforschung (vgl. z.B. Nisbett, 1968b), dass einige normalgewichtige Personen, die sich wie übergewichtige verhalten, tatsächlich in ihrer Vergangenheit unter Übergewicht gelitten haben. Es lässt sich vermuten, dass es diesen Personen nur durch ein gezügeltes Essverhalten gelingt, ihr Gewicht konstant zu halten. Lowe schlägt daher vor, in Studien zum gezügelten Essverhalten auch die Gewichtsentwicklung der Probanden zu erheben, um zu untersuchen, ob ihr „übergewichtiges“ Essverhalten eventuell auf ihr früheres Übergewicht zurückzuführen ist. Weiterhin sollte man seiner Meinung nach gezügelte und ungezügelte Esser anhand ihres früheren und gegenwärtigen Gewichts parallelisieren, um eine eindeutigere Interpretation der Ergebnisse zu ermöglichen.

Herman und Mitarbeiter (Heatherton, Herman, Polivy, King & Mc Gree, 1988) verglichen verschiedene Instrumente zur Erfassung unterschiedlicher Aspekte des Restraint-Konzeptes und stellen dabei die Überlegenheit ihrer *Restraint Scale* heraus. Sie betonen, dass dieser Fragebogen nicht dazu diene, „perfekte“ gezügelte Esser zu identifizieren, die kaum zu Überschreitungen ihres Diät-Limits neigen, sondern Personen, die häufig der „Versuchung“ unterliegen, mehr zu essen. Aus diesem Grund enthalte die *Restraint Scale* eine Reihe von Items, die sich auf eine Enthemmung des Essverhaltens beziehen und nicht direkt das Ausmaß der Zurückhaltung beim Essen messen. Im Gegensatz zu anderen Fragebögen, die „Restriktion der Nahrungsaufnahme“ und „Disinhibition“ als zwei getrennte Dimensionen erfassen (vgl. Stunkard & Messick, 1985; Van Strien, Frijters, Bergers & Defares, 1986), betrachtet die Arbeitsgruppe um Herman diese beiden Aspekte als Teile des gleichen Konstrukts und misst sie damit auf derselben Skala. Somit fand Polivy (1978, zitiert nach Heatherton, Herman, Polivy, King & Mc Gree, 1988) für Anorexie-Patienten mit bulimischem Subtypus auch höhere Gesamtwerte auf der *Restraint Scale* als für restriktive Anorektiker. Da die meisten gezügelten Esser laut Herman und Kollegen allerdings zu Essanfällen neigen, sei es nicht verwunderlich, dass sie in der Regel nicht untergewichtig seien oder sich unterhalb ihres Set-Point-Gewichtes befinden. In Bezug auf übergewichtige Personen kritisieren die Autoren, dass die untersuchten Stichproben häufig überwiegend aus gezügelten Essern bestanden, so dass ein höherer

Mittelwert und eine eingeschränkte Varianz resultierten (vgl. Ruderman, 1985b). Die dadurch verringerte Inter-Item-Korrelation führt dann laut Herman und Mitarbeitern im Rahmen faktorenanalytischer Untersuchungen häufig zum Auftreten zusätzlicher Faktoren, die meist reine Artefakte seien. Die Autoren demonstrierten diese Verzerrungen anhand zweier eigener Untersuchungen: Bei einer gemeinsamen Analyse gezügelter und ungezügelter Esser ergaben sich die üblichen zwei Faktoren DC und WF. Wurden die beiden Gruppen allerdings getrennt analysiert, fanden sich Lösungen mit vier bzw. fünf Faktoren.

Der Kritik an der *Restraint Scale*, dass sich für Übergewichtige nur deswegen höhere Gesamtwerte ergeben, weil die Items des Faktors „*weight fluctuation*“ absolute statt relative Gewichtsschwankungen messen, begegnen die Autoren mit zwei Argumenten: Zum einen seien bereits (vgl. Lowe, 1984) höhere Korrelationen von Übergewicht mit DC als mit WF ermittelt worden; zum anderen dürften Übergewichtige nur dann zu stärkeren Gewichtsschwankungen neigen, wenn sie immer wieder versuchen, ihr Gewicht zu reduzieren.

Bei einem Vergleich der *Restraint Scale* mit anderen Fragebogeninstrumenten bemängeln die Autoren die getrennte Erfassung einzelner Aspekte desselben Konstruktes wie bei dem *Three Factor Eating Questionnaire* (TFEQ, Stunkard & Messick, 1985) oder dem *Dutch Eating Behavior Questionnaire* (Van Strien, Frijters, Bergers & Defares, 1986). Im TFEQ werden drei Skalen erhoben, deren Auswertung nur getrennt sinnvoll erscheint. Während eine erste Gruppe von Items (*cognitive restraint*) die bewusste Zurückhaltung beim Essen erfasst, misst eine weitere Skala (*disinhibition*) die Tendenz des gezügelten Essers, sich bei Vorliegen unterschiedlicher Disinhibitoren zu überessen. Eine dritte, mit den anderen beiden kaum zusammenhängende Skala beinhaltet Fragen zu störenden Hungergefühlen, die allerdings keinerlei Aussagen über den Restraint-Status einer Person erlauben. Um also mit dem TFEQ die gezügelten Esser auszuwählen, die auch mit der *Restraint Scale* selektiert würden, reicht es nicht, nur die Werte der ersten Skala des TFEQ noch die reinen Summenwerte dieses Fragebogens zu verwenden. Andererseits erscheint die Ausprägung, die eine Person auf dem Faktor „*disinhibition*“ erreicht, wenig interpretierbar, wenn die Ausprägung auf dem Faktor „*cognitive restraint*“ nicht gleichzeitig hoch ist. Aus diesem Grund halten die Autoren die Trennung dieser beiden Skalen für artifiziell und sehen durch die Hinzufügung des Faktors „*perceived hunger*“ keine Erhöhung des prädiktiven Wertes, sondern allenfalls eine Quelle zusätzlicher Fehlervarianz.

Ähnlich negativ bewerten die Autoren auch den DEBQ, der ebenso wie der TFEQ faktorenanalytisch konstruiert wurde und drei verschiedene Bereiche des Essverhaltens erfassen soll. In beiden Selbstbeurteilungsfragebögen misst die enthaltene Restraint-Skala nur die tatsächliche Einschränkung der Nahrungszufuhr, ohne die entsprechenden verhaltensbezogenen Folgen oder Begleitumstände zu berücksichtigen. Die *Restraint Scale* hingegen erfasst den – oft erfolglosen – Versuch des gezügelten Essers, seine Nahrungsaufnahme zu reduzieren, um einer als negativ empfundenen Gewichtsentwicklung vorzubeugen.

Eine andere Autorengruppe (Laessle, Tuschl, Kotthaus & Pirke, 1989a) beurteilte den Einsatz der jeweiligen Restraint-Skalen des TFEQ und des DEBQ (TFEQ-R, DEBQ-R) weniger kritisch, weist aber auf die unterschiedliche Schwerpunksetzung bei der Verwendung der Instrumente hin. Die Autoren untersuchten sowohl die Reliabilität als auch die Konstruktvalidität der einzelnen Skalen anhand einer Stichprobe von 60 jungen, normalgewichtigen Frauen. Neben den bereits beschriebenen Fragebögen füllten die Teilnehmerinnen sowohl einen Fragebogen zu gestörtem Essverhalten als auch zum *body image* aus und führten eine Woche lang ein Ernährungsprotokoll. Die von den Autoren berichteten Reliabilitäts-Kennwerte sind in Tabelle 2.1 aufgelistet.

Tabelle 2.1 Reliabilitäts-Werte verschiedener Fragebögen zur Erfassung gezügelten Essverhaltens (Laessle et al., 1989a)

Messinstrument	Cronbachs α
TFEQ-R	0.80
DEBQ-R	0.89
RS	0.78

Die Konstruktvalidität der einzelnen Maße wurde bestimmt, indem alle Skalen gemeinsam mit den zusätzlich erhobenen Fragen zu Essstörungen und *body image* in einem faktorenanalytischen Design verrechnet wurden. Dabei gingen die Autoren von der Annahme aus, dass die Instrumente, die auf verschiedenen Faktoren laden, auch unterschiedliche Konstrukte bzw. verschiedene Aspekte desselben Konstruktes erfassen sollten. Es ließen sich auf diese Weise drei Faktoren extrahieren, die gemeinsam eine Varianzaufklärung von 72 % lieferten. Die Autoren sehen dieses Ergebnis als Beleg dafür, dass sich das Restraint-Konzept in folgende drei Komponenten unterteilen lässt:

Eine erste Komponente erfasst motivationale Aspekte, die das Bedürfnis nach Schlankheit und Gewichtskontrolle beinhalten. Sie wird sowohl durch den ersten als auch durch den dritten Faktor repräsentiert, auf denen die *Restraint Scale* einerseits und die Restraint-Skalen des TFEQ und DEBQ andererseits hohe Ladungen aufweisen. Eine weitere Komponente umfasst die Bereiche Disinhibition und Überessen sowie Gewichtsschwankungen (Faktor 2). Da sie hauptsächlich durch die *Restraint Scale* abgebildet wird, ist dieses Messinstrument nach Meinung der Autoren am besten geeignet, um die Gegenregulation der gezügelten Esser im Labor zu erforschen. Die dritte Komponente (Faktor 3) bezieht sich auf die tatsächliche (erfolgreiche) Einschränkung der Kalorienaufnahme im täglichen Leben, die am besten durch die Restraint-Maße des TFEQ und DEBQ abgebildet wird. Diese Instrumente sind daher besonders dann anzuwenden, wenn biologische Korrelate der Nahrungseinschränkung, Verän-

derung der physiologischen Hunger- und Sättigungsregulation sowie die Entstehung und Aufrechterhaltung bulimischen Essverhaltens untersucht werden sollen.

Eine neuere Arbeit einer australischen Arbeitsgruppe (Ricciardelli & Williams, 1997) beschäftigte sich ebenfalls mit dem Vergleich zwischen der *Restraint Scale* und den Unterskalen „*Cognitive Restraint*“ und „*Disinhibition*“ des TFEQ (TFEQ-R und TFEQ-D). Im Rahmen einer Fragebogenstudie füllten 144 junge Frauen die entsprechenden Fragebögen sowie eine Reihe von Zusatzskalen aus. Eine faktorenanalytische Auswertung erbrachte folgendes Resultat: Die *Restraint*-Skala des TFEQ (TFEQ-R) ließ sich in drei Faktoren zerlegen, die als „*Emotional/Cognitive Concerns for Dieting*“ (emotionale und kognitive Beschäftigung mit Diäthalten; 33.5 % Varianzaufklärung), „*Calorie Knowledge*“ (Kalorienwissen) und „*Behavioral Dieting Control*“ (verhaltensbezogene Diätkontrolle) bezeichnet wurden.

Ein Vergleich der *Restraint Scale* sowie ihrer beiden Unterskalen mit der TFEQ-R zeigten sehr ähnliche signifikante Korrelationen dieser Instrumente mit derzeitigem Diäthalten, früheren Diäten und BMI. Dabei verhielten sich die Subskalen „*Dietary Concern*“ und „*Weight Fluctuation*“ vergleichbar zur Gesamtskala. Der erste Faktor der TFEQ-R „*Emotional/Cognitive Concerns for Dieting*“ wies dabei eine hohe Ähnlichkeit zur *Restraint Scale* auf, da er ebenfalls hoch mit „*Disinhibition*“ (0.67 vs. 0.56) und niedrigem Selbstwert (-0.25 vs. -0.31) korrelierte. Der zweite Faktor dagegen (Kalorienwissen) hatte keinerlei prädiktiven Wert im Hinblick auf die erhobenen Maße. Der dritte Faktor (verhaltensbezogene Diätkontrolle) wird von den Autoren als besserer Indikator einer erfolgreichen Nahrungsreduktion betrachtet als der Gesamtwert der TFEQ-R, der von vielen anderen Autoren mit erfolgreichem Diäthalten in Verbindung gebracht wurde (vgl. beispielsweise Lowes Konzept „*weight suppression*“). Die Autoren sahen in diesen Befunden eine mögliche Erklärung für die bisher gefundenen Diskrepanzen zwischen *Restraint Scale* und TFEQ-R, da diese Skala zuvor meist als unidimensional betrachtet worden war.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die *Restraint*-Skala des TFEQ und hier besonders die durch Ricciardelli und Williams (1997) gefundene Unterskala „emotionale und kognitive Beschäftigung mit Diäthalten“ gut geeignet erscheint, gezügelte und ungezügelte Esser auszuwählen. Darüber hinaus empfehlen auch Laessle et al. (1989a) den Einsatz der TFEQ-R bei der Untersuchung von Personen mit bulimischem Verhalten, für die eine Beschäftigung mit Gewicht und Figur charakteristisch ist. Wie bereits oben erwähnt, konnten die Autoren nachweisen, dass sowohl die *Restraint Scale* als auch die TFEQ-R auf Faktoren luden, die nach Meinung der Autoren motivationale Aspekte und Schlankheitswunsch repräsentieren.

2.2.3.7 Zusammenhang von gezügeltem und gestörtem Essverhalten

Nachdem in zahlreichen laborexperimentellen Studien ein eindeutiger Zusammenhang zwischen einem gezügelten Ernährungsstil und der Enthemmbarkeit des Essverhaltens gefunden wurde, sehen viele Autoren diese Beziehung auch als verantwortlich für das Auftreten von

Essanfällen im alltäglichen Leben an. Dabei wird der kausale Bezug zwischen Einschränkung der Nahrungsaufnahme und „Überessen“ (*binge eating*) darin gesehen, dass das Diäthalten die Auftretenswahrscheinlichkeit von Essanfällen begünstigt (Polivy & Herman, 1985; Wardle & Beinart, 1981). Neben den Befunden aus verschiedenen Untersuchungen zur Disinhibition gezügelter Esser durch emotionale Stressoren oder variierende Preload-Bedingungen führen die Autoren eine Reihe von klinischen Studien an, in denen die Entwicklung von Anorexie- und Bulimiepatienten über einen längeren Zeitraum protokolliert wurde. Dabei konnte in den meisten Fällen nachgewiesen werden, dass die beobachteten Essanfälle einer strikten Diät folgten, statt ihr voranzugehen. Ein ähnlicher zeitlicher Verlauf konnte auch für normal- und übergewichtige Personen gefunden werden, die über Essanfälle berichteten. Eine interessante korrelative Studie führten Polivy und Mitarbeiter (Polivy, Zeitlin, Herman & Beal, 1994) an einer Gruppe ehemaliger Kriegsgefangener durch. Sie verschickten einen Fragebogen zu Kriegserlebnissen, Gewicht, Essanfällen und anderen medizinischen und psychischen Symptomen an kanadische Kriegsveteranen, von denen einige während des zweiten Weltkriegs in deutsche Gefangenschaft geraten waren. Die Autoren fanden einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Essanfällen nach dem Krieg und der Gewichtsabnahme, welche die Soldaten während der Gefangenschaft aufgrund massiver Nahrungsbeschränkungen erlitten hatten. Soldaten, die nicht gefangen genommen worden waren, berichteten im Durchschnitt über eine Gewichtszunahme während ihres Kriegsdienstes und litten wesentlich seltener unter Überessen oder Kontrollverlust beim Essen. Trotz der retrospektiven Berichte und zahlreicher zusätzlicher Symptome, die bei vielen Veteranen vorlagen (z.B. posttraumatische Stress-Störung) weisen auch diese Ergebnisse eindeutig auf die kausale Beziehung zwischen Nahrungseinschränkung und anschließenden Essstörungen hin.

Deutlicher als diese klinischen oder beschreibenden Beobachtungen sprechen die Befunde der „Minnesota-Studie“ (Keys et al., 1950; vgl. Abschnitt 2.2.2.2.1) für diesen Zusammenhang: Nachdem die männlichen Versuchsteilnehmer über ein halbes Jahr lang durch drastische Nahrungsrestriktionen deutlich abgenommen hatten, traten bei einem Großteil der Männer Essanfälle auf, die z.T. auch weiter bestehen blieben, wenn das ursprüngliche Gewicht wieder erreicht war. Polivy und Herman (1985) nennen zwei mögliche Interpretationen für den wiederholt gefundenen Zusammenhang: Zum einen könnten physiologische Prozesse wirksam sein, die eine Wiederherstellung des Set-Point-Gewichtes durch hormonelle und metabolische Anpassungen ermöglichen sollen. Zum anderen könnten aber auch kognitive Mechanismen dazu beitragen, dass im Verlaufe einer Diät Essanfälle immer wahrscheinlicher werden. Die Autoren kommen zu der Schlussfolgerung, dass ein Zusammenwirken beider Faktoren für das Auftreten von Überessen verantwortlich sei. Dabei gehen sie davon aus, dass die biologischen Korrelate der Nahrungsdeprivation zwar eine Adaptation an den Mangelzustand darstellen, jedoch kein Essverhalten auslösen können. Sie begründen diese Aussage damit, dass evolutionsbiologisch betrachtet nur dann eine verminderte Nahrungsaufnahme erfolgt, wenn tatsächlich eine Ressourcenknappheit herrscht und die Einleitung eines gesteigerten Essverhal-

tens daher gar nicht möglich ist. Aus diesem Grund sehen die Autoren kognitive Faktoren als ausschlaggebend für den Beginn eines Essanfalls an, während der physiologische Zustand des Organismus die Menge und die Dauer des Nahrungskonsums modulieren könnte. Für entscheidend halten Polivy und Herman dabei die Dichotomisierung des Denkens bei gezügelten Essern, die alle Nahrungsmittel in die Kategorien „gute“ und „schlechte“ Produkte bzw. „gute“ und „schlechte“ Mengen einteilen. Im Rahmen des Boundary-Modells gelte dann in Bezug auf die kognitive Diätgrenze ein „Alles-oder-Nichts-Gesetz“: Wird die Grenze nicht verletzt, kann der gezügelte Esser die Kontrolle weiter aufrechterhalten, wird sie dagegen überschritten, kommt es zur Ausprägung eines Essanfalls bzw. zu dem im Labor beobachteten „Counterregulation-Effekt“. Da der *restrained eater* physiologische Signale ignorieren muss, um weniger zu essen, als es seinen körperlichen Bedürfnissen entspricht, kommt es langfristig zu einer immer stärkeren Steuerung der Nahrungsaufnahme durch kognitive Prozesse. Diese Entwicklung macht eine diät haltende Person allerdings anfällig für verschiedene kognitive Disinhibitoren, die einen Essanfall begünstigen. Je nach physiologischem Zustand und bisheriger Dauer der Mangelernährung essen *restrained eaters* in dieser Situation dann entsprechend große Mengen.

Tuschl (1990) misst den psychophysiologischen Faktoren allerdings eine etwas größere Bedeutung bei der Aufrechterhaltung des Kreislaufes „Diät halten – Überessen“ bei: In vielen Studien hatten die gezügelten gegenüber den ungezügelten Essern einen höheren derzeitigen BMI und ein höheres bisheriges Maximal-Gewicht. Es lässt sich daher vermuten, dass diese Personen einen verminderten Energieverbrauch haben, der möglicherweise den ersten Anstoß zu einer Diät gegeben hat. Eine weitere Anpassung des Metabolismus an die diätbedingte Mangelernährung, die sich bei vielen gezügelten Frauen findet, macht eine weitere Gewichtsabnahme schwierig und erfordert eine noch drastischere Einschränkung der Nahrungszufuhr (vgl. Nisbetts Annahme für Übergewichtige, 1972). Zusätzlich kommt es durch das Ignorieren physiologischer Hunger- und Sättigungssignale zu einer Entkopplung konditionierter Reaktionen und einer Störung des Sättigungsprozesses, die der Autor als Voraussetzung für einen Essanfall ansieht. Auch der Kaloriengehalt verschiedener Speisen, der durch Rückkopplungsmechanismen häufig mit bestimmten Geschmacksreize verbunden wird, kann durch die Verwendung kalorienreduzierter Produkte nicht mehr als Hinweis für die zu verzehrende Menge genutzt werden. Da viele gezügelte Esser beispielsweise künstliche Süßstoffe verwenden, kommt es weiterhin häufig zu einer Überkompensation der „fehlenden Kalorien“, die trotz des süßen Geschmacks der Speise nicht in ihr enthalten sind und dem Körper dann in anderer Form zugeführt werden (vgl. auch Lavin, French & Read, 1997).

Als kognitive Vorbedingungen für die Entwicklung des gestörten Essverhaltens nimmt Tuschl (1990) u.a. die Trennung der Nahrungselektion von der Nahrungspräferenz an: der gezügelte Esser isst nicht die Nahrungsmittel, die für ihn besonders appetitlich sind, sondern nur die durch seinen Diätplan erlaubten Lebensmittel. Dadurch wird die von Herman und Polivy (1988) beschriebene „psychische Frustration“ begünstigt: Der gezügelte Esser sieht sich zahl-

reichen Versuchungen gegenüber gestellt, die eine permanente Zurückhaltung immer schwieriger erscheinen lassen. Die Attraktivität der „verbotenen Frucht“ steigt und sobald durch einen beliebigen Disinhibitor die kognitive Kontrolle außer Kraft gesetzt wird, kommt es zu einer weit überhöhten Nahrungsaufnahme.

Die oben beschriebenen Essgewohnheiten der gezügelten Esser (Vermeidung fettreicher oder hochkalorischer Speisen, Verwendung künstlicher Süßstoffe) konnten in zwei Studien der Arbeitsgruppe um Tuschl und Laessle wiederholt gezeigt werden (Laessle, Tuschl, Kotthaus & Pirke, 1989b; Tuschl, Laessle, Platte & Pirke, 1990). Ein ähnliches Bild ergab sich in einer Studie mit essgestörten Patientinnen (Stoner, Fedoroff, Andersen & Rolls, 1996): Die Autoren teilten eine Reihe von Lebensmitteln entsprechend des Fett- und Kohlenhydratgehaltes (hoch vs. niedrig) in vier Kategorien ein und ließen die Produkte von Anorektikerinnen mit restriktivem und bulimischem Subtypus, Bulimikerinnen und ungezügelten Kontrollpersonen hinsichtlich der subjektiven Valenz (*liking*) und des Wunsches, diese Speise zu essen, beurteilen. Während die Patienten, ihren Wunsch, die Nahrung zu verzehren, generell niedriger einschätzten als die Kontrollpersonen, gaben sie nur für fettreiche Speisen eine geringere Valenz an. Die Autoren betrachten diese Befunde als einen Beleg für die Diskrepanz zwischen der Präferenz für bestimmte Lebensmittel und dem tatsächlichen Verzehr dieser Produkte. Als bedeutsam ist weiterhin anzuführen, dass sich das Essverhalten der Patienten im Verlaufe der stationären Therapie zwar teilweise normalisierte, besonders bei bulimischen Anorektikerinnen aber weiterhin auffällig blieb. Die Autoren weisen in diesem Zusammenhang auf die Relevanz einer kognitiver Umstrukturierung und Erweiterung der Liste „erlaubter Lebensmittel“ im Rahmen der Therapie von Essstörungen hin.

Da sich das in diesem Kapitel vorgestellte Kausalmodell sowohl zur Vorhersage des Essverhaltens bei gesunden gezügelten Essern als auch bei essgestörten Patienten eignet, haben zahlreiche Autoren Unterschiede und Übereinstimmungen dieser beiden Gruppen in Hinblick auf Persönlichkeitsvariablen, Psychopathologie und Reaktion auf Nahrungsreize untersucht. Dykens und Gerrard (1986) fanden beispielsweise in zwei Fragebogenstudien mit bulimischen Patientinnen sowie gezügelten und ungezügelten Frauen, dass die Bulimikerinnen auf einer Reihe von psychopathologischen Maßen höhere Werte erhielten als die beiden anderen Gruppen, obwohl alle Werte sich noch innerhalb des normalen Bereichs befanden. Gleichzeitig wiesen die Patientinnen und die gezügelten Frauen allerdings ein geringeres Selbstwertgefühl auf (besonders auf die körperliche Erscheinung bezogen) als die ungezügelten Frauen. Weiterhin war der *locus of control* (Kontrollüberzeugung) bei den ersten beiden Gruppen eher extern, während die dritte Gruppe eine interne Kontrollüberzeugung zeigte. Die Autoren interpretieren ihre Ergebnisse als Belege für die bereits aus Fallstudien bekannten Gefühle von Ineffektivität und Kontrollmangel bei essgestörten Patienten: Während sie meinen, Lebensereignissen hilflos ausgeliefert zu sein, erhalten sie nur über die strikte Kontrolle ihres Körpers und ihrer Nahrungsaufnahme das Gefühl, selbst etwas bewirken zu können.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Laessle, Tuschl, Waadt und Pirke (1989): Während sich in ihrer Studie die bulimischen Patientinnen in Hinblick auf psychopathologische Aspekte sowohl von den gezügelten als auch den ungezügelten Frauen unterschieden, ließen sich diese beiden Gruppen hier nicht weiter differenzieren. In Bezug auf Variablen wie die „Unzufriedenheit mit dem eigenen Körper“, dem „Drang, schlank zu sein“, und der TFEQ-Skala „Disinhibition“ dagegen zeigten die *restrained eaters* starke Ähnlichkeiten zu den Patientinnen. Im Rahmen der Diskussion über einen Kontinuum-Ansatz zur Erklärung von Essstörungen schlagen die Autoren ein Zwei-Komponenten-Modell vor: (vgl. auch Polivy & Herman, 1987) Eine Komponente, die eine starke Beschäftigung mit dem Körpergewicht, der Figur und dem Diäthalten beinhaltet, scheint für das Essverhalten von Personen bedeutsam zu sein, die zwar nicht unter dem voll ausgeprägten klinischen Bild einer Essstörung leiden, sich aber durch ihr kognitiv-gesteuertes und störbares Essverhalten auszeichnen. Eine weitere Komponente, welche die spezifische Psychopathologie von Essstörungen (zwischenmenschliches Misstrauen, Angst vor dem Erwachsenwerden, gestörte Interoception) widerspiegelt, findet sich nur bei essgestörten Patienten, die sich in diesen Bereichen deutlich von gesunden gezügelten und ungezügelten Essern unterscheiden. Es scheint bislang allerdings nicht genau geklärt, ob die Beschäftigung mit Gewicht und Figur sowie das Diäthalten langfristig zu einer Essstörung führen oder lange Zeit bestehen bleiben können, ohne dass die Person psychopathologische Symptome entwickelt. Auch lässt sich bisher nicht sicher feststellen, wie sich wiederholte Misserfolge bei der Aufrechterhaltung der Nahrungsrestriktion auf andere Aspekte der Persönlichkeit auswirken (Polivy & Herman, 1987).

Neben den bereits beschriebenen Ähnlichkeiten zwischen gezügelten Essern und essgestörten Patienten lassen sich weitere Auffälligkeiten dieser Personengruppen in der Reaktion auf Nahrungsreize feststellen, die in den folgenden Kapiteln diskutiert werden sollen.

2.2.3.8 Selektive Informationsverarbeitung bei gezügelten Essern

Im Rahmen der Forschung zu Essstörungen und gezügeltem Essverhalten haben sich einige Autoren mit der Informationsverarbeitung nahrungsbezogener Reize bei *restrained eaters* und essgestörten Patienten beschäftigt und dabei z.T. deutliche Übereinstimmungen zwischen den Gruppen gefunden. In vielen Studien wurde dabei der Stroop-Test (Stroop, 1935) verwendet, bei der einer Person mehrere Wörter präsentiert werden, die in unterschiedlichen Farben geschrieben sind. Die Aufgabe der Versuchsperson besteht darin, so schnell wie möglich die Farbe des Wortes zu benennen. Nachdem im ursprünglichen Paradigma die dargebotenen Stimuli selbst Farbwörter waren, kamen in neueren Studien modifizierte Fassungen des Stroop-Tests zum Einsatz. Mit der Original-Version dieses Tests fand Stroop, dass sich die Reaktionszeiten der Versuchsteilnehmer verlängerten, sobald der Inhalt eines Wortes nicht mit seiner Schriftfarbe übereinstimmte (z.B. das Wort „ROT“ in grüner Farbe geschrieben).

Dieses Phänomen wurde als Interferenz zwischen der Wahrnehmung der Wortfarbe und der selektiven Aufmerksamkeit für die Wortbedeutung interpretiert.

In Studien zum Zusammenhang zwischen Essstörungen und einem Aufmerksamkeits-Bias für nahrungs- oder körperrelevante Stimuli konnte nachgewiesen werden, dass anorektische (Channon, Hemsley & de Silva, 1988) und bulimische Patienten (Cooper, Anastasiades & Fairburn, 1992) bei entsprechenden Worten im Vergleich zu gesunden Personen eine Reaktionszeitverlängerung aufweisen (Cooper & Todd, 1997; Jones-Chesters, Monsell & Cooper, 1998), während sie bei Farb- oder Kontrollworten ähnliche Latenzen zeigen wie die Kontrollgruppe.

Perpina, Helmsley, Treasure und de Silva (1993) untersuchten in einem ähnlichen Experiment die Reaktionszeiten bulimischer und anorektischer Frauen sowie gezügelter und ungezügelter Vergleichspersonen. Dabei analysierten sie die Daten sowohl nach einem kategorialen (Anorexie, Bulimie, Kontrolle) als auch nach einem dimensional Ansatz (Höhe des Wertes auf der *Restraint Scale*). Es stellte sich heraus, dass anorektische Patientinnen bei nahrungsassoziierten Worten und bulimische Patientinnen bei figurbezogenen Worten längere Reaktionszeiten aufwiesen als die Kontrollgruppe. Wurden die Teilnehmerinnen jedoch unabhängig von ihrer klinischen Diagnose in gezügelte und ungezügelte Esser unterteilt, so kam es in beiden Bereichen bei den gezügelten gegenüber den ungezügelten Frauen zu Reaktionszeitverlängerungen. Dieses Ergebnis weist deutlich auf ähnliche Verarbeitungsmechanismen bei gesunden gezügelten Essern und essgestörten Patienten hin.

Auch Cooper und Fairburn (1992) untersuchten die Reaktionszeiten von anorektischen und bulimischen Frauen auf nahrungs- und körperbildbezogene Worte (Zielreize) und verglichen sie mit den Latenzen von „normalen diäterfahrenen“ und „symptomatisch diäthaltenden“ Frauen. Während die Frauen der ersten dieser beiden Gruppen bereits mindestens eine vierwöchige kalorienreduzierte Diät gemacht hatten, wiesen die Probandinnen der anderen Gruppe einige Symptome (bulimische Episoden, selbstinduziertes Erbrechen) einer Essstörung auf, ohne das vollausgeprägte klinische Bild zu zeigen. Im Gegensatz zu der normalen Kontrollgruppe und den „normalen diäterfahrenen“ Frauen, die bei den Zielreizen ebenso lange für die Farbbenennung brauchten wie bei den Farbworten, hatten die drei anderen Gruppen bei den Zielworten deutlich verlängerte Reaktionszeiten.

Green und Rogers (1993) fanden ebenfalls Reaktionszeitverlängerungen auf nahrungs- und figurbezogene Worte bei gezügelten im Vergleich zu ungezügelten Frauen, unabhängig davon, ob sie zum Untersuchungszeitpunkt gerade eine Diät durchführten oder nicht. Allerdings kategorisierten die Autoren ihre Probandinnen im Gegensatz zu Cooper und Fairburn (1992) anhand von Fragebogenwerten (DEBQ) und nicht aufgrund von Diäterfahrungen oder Symptomen einer Essstörung, so dass sich diese Ergebnisse besser mit Befunden aus anderen Studien vergleichen lassen.

Zu einem vergleichbaren Ergebnis kamen Long, Hinton und Gillepsie (1994): Die Autoren verglichen die Reaktionszeiten von Anorektikerinnen, übergewichtigen gezügelten Frauen (erhoben über die Restraint-Skala des TFEQ) und ungezügelten normalgewichtigen Kontrollpersonen auf nahrungs- und figurbezogene Stroop-Aufgaben. Dabei fanden sich im Hinblick auf die Reaktionszeit keine Unterschiede zwischen den anorektischen und den übergewichtigen Personen, die längere Latenzen aufwiesen als die Kontrollgruppe.

Ogden und Greville (1993) führten in Analogie zu den klassischen Preload-Experimenten eine Studie durch, in der sie die Reaktionszeiten auf nahrungs- und körperbezogene Worte bei gezügelten und ungezügelten Frauen untersuchten. Die Probandinnen bearbeiteten die Stroop-Aufgabe dabei sowohl vor als auch nach der Verabreichung eines hoch- oder niedrigkalorischen Preloads. Es zeigte sich bei den gezügelten Frauen eine Verlangsamung der Reaktionszeiten bei einem hoch- gegenüber einem niedrigkalorischen Preload. Sie waren in dieser Bedingung auch langsamer als die ungezügelten Teilnehmerinnen. In der Bedingung ohne Preload unterschieden sich die Gruppen hingegen nicht.

Mahamedi und Heatherton (1993) führten ebenfalls zwei Studien durch, in denen die Reaktionszeiten auf körper- und nahrungsbezogene Stroop-Worte gezügelter und ungezügelter Esser in zwei Preload-Bedingungen untersucht wurden. In beiden Experimenten hatten die Personen, die zuvor ein Preload erhalten hatten, längere Latenzen bei den figurrelevanten Worten. Dieser Effekt war hauptsächlich auf die *restrained eaters* zurückzuführen. Ein interessanter Zusatzbefund ergab sich in der zweiten Studie: In der Bedingung „kein Preload“ erreichten die gezügelten Frauen bei den körperbezogenen Worten **kürzere** Reaktionszeiten als die ungezügelten Frauen. Die Autoren vermuten, dass die gezügelten Frauen in dieser Bedingung versuchten, Sorgen über Gewicht und Figur zu unterdrücken. Diese Interpretation passt zu den theoretischen Überlegungen von Heatherton und Baumeister (1991), dass gezügelte Esser bemüht sind, Selbstaufmerksamkeit zu vermeiden.

Ein ähnliches Experiment (Overduin, Jansen & Louwarse, 1995) führte allerdings zu einem anderen Ergebnis: Die Hälfte der untersuchten gezügelten und ungezügelten Frauen erhielt vor dem Stroop-Test nur eine kleine Menge einer Süßspeise als *appetizer*. Nach der Stroop-Aufgabe mit körper- und nahrungsassozierten Stimuli erfolgte zudem ein „Geschmackstest“, bei dem die Teilnehmerinnen nach Belieben Eiscreme verzehren konnten. Während sich in diesem Versuch keine Effekte in Hinblick auf die körperbezogenen Worte zeigten, fand sich für die gezügelten Esser ein genereller Aufmerksamkeits-Bias für die Nahrungsworte. Bei den ungezügelten Essern kam es nur in der Appetizer-Bedingung zu verzögerten Reaktionen auf die Nahrungsworte. Zusätzlich ergab sich nur für diese Gruppe eine signifikante Korrelation zwischen der Stroop-Interferenz und dem nachfolgenden Eiscremekonsum. Die Autoren interpretieren ihre Ergebnisse dahingehend, dass die selektive Aufmerksamkeit auf Nahrungsworte nicht durch Angst, emotionale Erregung oder Deprivation bedingt sei, sondern den Wunsch oder das Bedürfnis reflektiere, mehr zu essen. Dieser Wunsch sei bei gezügelten Essern permanent vorhanden, werde aber meistens (in der Abwesenheit von Disinhibitoren) unterdrückt.

Da als *appetizer* nur eine geringe Menge Nahrung verzehrt worden war, kam es in dieser Studie auch zu keiner Disinhibition der gezügelten Esser, so dass sich kein Zusammenhang zwischen der konsumierten Menge Eiscrème und der Reaktionszeitverzögerung ergab. Bei den ungezügelten Essern dagegen, spiegelte die verzehrte Menge den „Wunsch zu essen“ ebenso wider wie die Stroop-Interferenz. Die Autoren sehen aufgrund dieser Ergebnisse den Stroop-Test als einen guten Indikator für das Verlangen (*craving*) nach bestimmten Speisen, welches sich bei gezügelten und essgestörten Personen häufig in Form von Heißhungerattacken zeigt. Aus diesem Grund schlagen sie vor, den Stroop-Test als eine Methode der Therapie-Verlaufs-Kontrolle bei der Behandlung von Essstörungen einzusetzen.

Tatsächlich fanden Cooper und Fairburn (1994) in einer Studie mit 58 Bulimiepatientinnen im Verlauf der Therapie eine Verbesserung der Reaktionszeiten im Stroop-Test. Jede der drei untersuchten Therapiemethoden führte bei den Patienten zu einer Angleichung der Latenzen an die Werte von Kontrollpersonen. Da es zu keiner Veränderung der Reaktionszeiten bei den Farbwörtern kam, lässt sich der Befund nicht allein auf einen Übungseffekt zurückführen.

Obwohl auch im Rahmen dieses Forschungsparadigmas z.T. uneinheitliche oder sogar widersprüchliche Befunde berichtet wurden (z.B. Black, Wilson, Labouvie & Hefferman, 1997) sprechen die zitierten Ergebnisse doch deutlich für die selektive Verarbeitung nahrungs- und körperassoziiierter Reize bei gezügelten Essern und essgestörten Patienten. Weitere Besonderheiten der *restrained eaters*, die ihre Ähnlichkeit zu Personen mit Essstörungen unterstreichen, sollen im folgenden Kapitel zusammenfassend dargestellt werden.

2.2.3.9 Physiologische und behaviorale Besonderheiten bei gezügelten Essern

Nachdem Wooley und Wooley (1973, vgl. Abschnitt 2.2.2.1.8) nachgewiesen hatten, dass die Präsentation und die kognitive Beschäftigung mit schmackhafter Nahrung bei normal- und übergewichtigen Personen zu einer Erhöhung der Speichelrate führt, untersuchten Klajner, Herman, Polivy und Chhabra (1981) die Speichelproduktion von gezügelten und ungezügelten Frauen mit und ohne Übergewicht während der Präsentation von Nahrungsreizen. In einem ersten Experiment wurde den Teilnehmerinnen nach einer 15-minütigen Baseline-Erhebung eine frisch gebackene Pizza auf einer Warnhalteplatte zur olfaktorischen und visuellen Stimulation für 15 Minuten dargeboten. Die Versuchspersonen, die vor dem Versuch fünf Stunden gefastet hatten, wurden informiert, dass sie die Pizza auf Wunsch anschließend essen durften. Sie sollten jeweils im Abstand von fünf Minuten den Geruch und das Aussehen der Pizza einschätzen, um ihre Aufmerksamkeit auf den Reiz zu fokussieren. Es stellte sich heraus, dass die Speichelrate bei den gezügelten Frauen – unabhängig vom Körpergewicht – etwa dreimal höher war als bei den ungezügelten. In einem zweiten Experiment konnten die Autoren ihre Ergebnisse replizieren und erweitern. Als Nahrungsstimuli wurden hier frisch gebackenen Schokoladenkekse dargeboten, die wiederum später verzehrt werden durften. In

einer zweiten Bedingung waren die Kekse allerdings grünlich gefärbt, so dass sie als unappetitlich wahrgenommen wurden. Während sich für die schmackhaften Kekse der bereits beschriebene Effekt für die gezügelten Esser ergab, war die Speichelrate bei den unansehnlichen Keksen für alle Gruppen minimal. Auch hier fand sich kein Effekt des Gewichts der Probandinnen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Le Goff und Spigelman (1987) mit olfaktorischen Stimuli. Sie boten männlichen und weiblichen Versuchsteilnehmern (N = 40) die Gerüche verschiedener Lebensmittel dar (z.B. Schokolade, Zimtbrötchen, Kartoffel- und Maischips) und verglichen die Speichelrate auf diese Stimuli mit der Speichelproduktion bei nicht nahrungsbezogenen Düften (Tabak, Piniennadeln, Waschmittel). In einer Regressionsanalyse stellte sich heraus, dass das erhobene Speichelmaß durch den Restraint-Score der Versuchsperson vorhergesagt werden konnte, während sowohl das Gewicht als auch das Geschlecht der Person kaum zur Varianzaufklärung beitrugen. Zusätzlich fanden die Autoren, dass von den ursprünglich getesteten 190 übergewichtigen Studenten 86.8 % gezügelte Esser waren, während nur 10.8 % der 570 normalgewichtigen Personen hohe Restraint-Werte aufwiesen. Dieser Befund unterstützt die von verschiedenen Autoren (Hibschler & Herman, 1977; Klajner, Herman, Polivy & Chhabra 1981; Ruderman & Wilson, 1979) berichtete Beobachtung, dass der Anteil an gezügelten Essern in der Gruppe der Übergewichtigen deutlich höher ist als in der Gruppe der Normalgewichtigen. Dieses Ungleichgewicht wird daher zur Erklärung der Ergebnisse älterer Studien herangezogen, in denen nur das Körpergewicht der Versuchspersonen erhoben wurde und Unterschiede zwischen Übergewichtigen und Normalgewichtigen gefunden wurden (vgl. z.B. Wooley, Wooley & Woods, 1975; Abschnitt 2.2.2.1.3).

Eine weitere interessante Studie in diesem Zusammenhang führten Jansen und van den Hout (1991) durch: Sie boten einem Teil ihrer gezügelten und ungezügelten Probandinnen zunächst für 12 Minuten eine Reihe von Süßigkeiten dar (visuelle, olfaktorische und kognitive Stimulation) und gaben ihnen anschließend die Gelegenheit, von den Lebensmitteln zu essen. In der Kontrollbedingung fand keine vorherige Präsentation der Nahrung statt. Es zeigte sich, dass die gezügelten Frauen deutlich mehr zu sich nahmen, wenn sie zuvor die Nahrung gerochen hatten als in der Bedingung ohne vorherige Stimulation. Die ungezügelten Frauen dagegen aßen nach der Präsentation der Speisen weniger als in der Kontrollbedingung. Während sich die Reaktion der *unrestrained eaters* auch durch eine *sensory specific satiety* (vgl. Abschnitt 2.1.3) erklären lässt, gehen die Autoren bei den *restrained eaters* davon aus, dass es durch die Präsentation der Speisen zu einem Kontrollverlust kommt. Diese Interpretation beruht auf der Befragung der Versuchspersonen, bei der sich beide Gruppen in der Kontrollbedingung nicht unterschieden, während die gezügelten Esser in der Bedingung „vorherige Präsentation der Nahrung“ ein deutlich geringeres subjektives Kontrollempfinden angaben als die ungezügelten Versuchspersonen.

Zu einem vergleichbaren Ergebnis kamen auch Fedoroff, Polivy und Herman (1997), die in einer Studie getrennt die Wirkung olfaktorischer und kognitiver Nahrungsreize auf den an-

schließenden Konsum einer Speise untersuchten. Die gezügelten und ungezügelten Probandinnen sollten entweder über Pizza nachdenken und ihre Gedanken notieren oder nahmen den Duft einer im Nebenraum backenden Pizza wahr. Eine weitere Bedingung bestand in der Kombination beider Nahrungsreize, während die Versuchspersonen in der Kontrollbedingung keine Hinweisreize auf die später angebotene Nahrung erhielten. Die Nahrungsaufnahme im nachfolgenden „Geschmackstest“ reflektiert die starke Beeinflussbarkeit der gezügelten Esser durch die Nahrungsreize. Während sie in der Kontrollbedingung etwas weniger Pizza zu sich nahmen als die ungezügelten Esser, lag ihr Konsum in allen anderen Bedingungen höher als bei den ungezügelten Essern. Diese wiederum zeigten nur eine sehr geringe Steigerung der Nahrungsaufnahme bei Vorhandensein der Hinweisreize. Auch die subjektiven Befragungen ergaben ein ähnliches Bild: Für die Variablen „derzeitiger Hunger“, „*craving* für Pizza“ und „Wunsch, diese jetzt zu essen“ gaben gezügelte Esser höhere Werte an als ungezügelte Esser, wenn ihnen der Duft der Pizza präsentiert wurde. Diese Einschätzungen waren auch höher als die Werte der gezügelten Esser in der Bedingung ohne Duft. Für die gedankliche Beschäftigung mit der Nahrung ergab sich ein Haupteffekt, so dass Personen, die an Pizza denken sollten, höhere Angaben bei *craving* und „Wunsch, Pizza zu essen“ machten als Personen, die an etwas anderes dachten. Während des „Geschmackstests“ beurteilten die gezügelten Esser den Geruch der Speise als positiver als die ungezügelten Esser und hatten auch einen stärkeren Wunsch, die Speise zu essen sowie höhere *Craving*-Werte. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang ein zusätzliches Ergebnis: Bei der Befragung der Teilnehmerinnen über das Auftreten von *craving* im Alltag, dem Versuch diesem zu widerstehen oder die gewünschte Speise durch eine andere zu ersetzen, fanden sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Allerdings berichteten 74 % der ungezügelten Esser, mit dem Substitut das Verlangen befriedigen zu können, während dies nur 28 % der gezügelten Frauen gelang. Diese Befunde belegen eine erhöhte Sensitivität der gezügelten Esser für externe Nahrungsstimuli (besonders olfaktorische) und damit eine höhere Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Essanfällen. Diese kann zusätzlich durch die verminderte Fähigkeit der *restrained eaters*, für die bevorzugte Nahrung ein passendes Substitut zu finden, erhöht werden, da sich hierdurch möglicherweise die „psychische Frustration“ (vgl. Herman & Polivy, 1988; Tuschl, 1990) verstärkt.

Die Befunde passen auch zu den Ergebnissen von Overduin, Jansen und Louwse (1995) zur selektiven Aufmerksamkeit (vgl. Abschnitt 2.2.3.8): Die Autoren fanden für Nahrungsworte bei gezügelten Frauen einen deutlichen Aufmerksamkeits-Bias, der ihrer Meinung nach das „Verlangen zu essen“ bzw. das *craving* reflektiere. Wie auch in der Arbeit von Jansen und van den Hout (1991) gelingt es den gezügelten Essern aber in der Regel, dieses Verlangen zu unterdrücken. Werden sie jedoch mit appetitlichen Nahrungsreizen konfrontiert, kommt es sowohl zu physiologischen (erhöhte Speichelrate) als auch behavioralen Reaktionen (erhöhte Nahrungsaufnahme).

Die Befunde der zuvor genannten Studien erweitern den theoretischen Erklärungsrahmen für das gegenregulatorische Essverhalten bei gezügelten Essern: Neben dem kognitiven Ansatz (Diäthalten wird bei subjektiver Verletzung der Diät kurzfristig aufgegeben) und dem emotionalen Ansatz (Diätgrenze wird aufgrund emotionaler Belastung vorübergehend vernachlässigt) kommt nun eine weitere Erklärung hinzu: Durch die Konfrontation mit Nahrungstimuli wird das Verlangen nach den präsentierten Speisen so groß, dass es zu einem Kontrollverlust kommt. Diese Annahme passt auch zu der von Herman und Polivy (1988) beschriebenen „psychischen Frustration“, die in Anbetracht zahlreicher verlockender Nahrungsmittel immer stärker wird und langfristig zum Auftreten eines Essanfalls führen kann.

Im Rahmen der Forschung zu den physiologischen Besonderheiten gezügelter Esser kamen weitere Studien allerdings auch zu Ergebnissen, die den bereits zitierten zunächst zu widersprechen scheinen: Durrant (1981) und Rosen (1981) fanden bei der Untersuchung übergewichtiger Personen, die sich in einer Gewichtsreduktions-Klinik befanden, im Verlauf ihrer streng kontrollierten Diät eine Verringerung der Speichelrate auf appetitliche Nahrungsreize. Dieses Ergebnis lässt sich im Sinne einer Extinktion einer ehemals konditionierten Speichelreaktion interpretieren: Wird eine antizipatorische Erhöhung der Speichelrate in Erwartung von Nahrung nur noch sehr selten durch das tatsächliche Verzehren der Nahrung verstärkt, schwächt sie sich im Laufe der Zeit ab. Zu dieser Schlussfolgerung kommen auch Herman, Polivy, Klajner und Esses (1981). Die Autoren bieten folgende mögliche Erklärung für die uneinheitliche Befundlage: Während sich die Teilnehmer in den Studien von Durrant (1981) und Rosen (1981) über einen längeren Zeitraum auf einer deutlich kalorienverminderten Diät befanden, waren die Versuchsteilnehmer in den anderen Studien gezügelte Esser, die sich per Fragebogen (meist die *Restraint Scale*) selbst beurteilten. Die Autoren betonen, dass diese beiden Gruppen nicht als gleichwertig zu betrachten sind und demnach unterschiedliche Reaktionen auf Nahrungsreize zeigen. Bei einer streng kontrollierten Diät kann es über einen längeren Zeitraum (einige Wochen) aufgrund von Konditionierungsprozessen tatsächlich zu einer Abnahme der Speichelproduktion auf Nahrungsreize kommen. Bei den nicht institutionalisierten gezügelten Essern gehen die Autoren dagegen davon aus, dass sie durch verschiedene Disinhibitoren wesentlich häufiger ihre Diätregeln verletzen und dann auch große Nahrungsmengen zu sich nehmen. Aus diesem Grund kommt es bei diesen sogenannten *fence sitting dieters* im Gegensatz zu den eben beschriebenen *dieting drones* nicht zu einer Auslöschung der Speichelreaktion. Da sich diese beiden Gruppen sowohl in physiologischen als auch verhaltensbezogenen Maßen unterscheiden, weisen die Autoren auf die Notwendigkeit hin, bei entsprechenden Studien jeweils anzugeben, ob die kognitive Kontrolle des Essverhaltens bei den untersuchten Personen einer geringen oder hohen Störbarkeit unterliegt. Hinweise auf die jeweilige Art der Stichprobe liefert dabei bereits die Angabe des verwendeten Instruments zur Erhebung des Restraint-Wertes der Versuchspersonen: Die *Restraint Scale* von Herman und Polivy erfasst neben der kontrollierten Einschränkung der Nahrungsaufnahme auch das enthemmte, unkontrollierte Essverhalten und selektiert somit eher die gezü-

gelten Esser (*fence sitting dieters*), für die im Labor die als „typisch“ beschriebene Disinhibition und Gegenregulation gefunden wurde (vgl. auch Charnock, 1989). Demgegenüber stellen die *Restraint*-Skalen des TFEQ und des DEBQ eher Maße für das erfolgreiche Diäthalten dar, so dass mit ihnen eher die permanent gezügelten *dieting drones* gefunden werden, bei denen die genannten Effekte nicht auftreten müssen (vgl. auch die Diskussion zur Validität verschiedener Messinstrumente in Abschnitt 2.2.3.6).

Eine Überprüfung der von Herman und Mitarbeitern (1981) eingeführten Unterteilung der gezügelten Esser in zwei Subgruppen nahmen Le Goff, Leichner und Spigelman (1988) in einer Studie anhand von Extremgruppen vor. Wie bereits zuvor beschrieben (vgl. Le Goff & Spigelman, 1987) untersuchten sie die Speichelproduktion bei Nahrungsdüften im Vergleich zu nicht nahrungsassoziierten Gerüchen. Dabei wählten sie als Probandinnen essgestörte Patientinnen aus, da sie davon ausgehen, dass diese besonders deutliche Ausprägungen der beiden für gezügelte Esser beschriebenen Verhaltensstile aufweisen: Während das Essverhalten von restriktiven Anorektikern eine perfekte kognitive Kontrolle widerspiegelt, zeigen Bulimiker eine hohe Störbarkeit der Kontrolle und ein häufig extrem enthemmtes Essverhalten. Erwartungsgemäß lag die Speichelrate der sechs Bulimikerinnen bei den Nahrungsdüften im Vergleich zu den Kontrolldüften höher und die der sechs Anorektikerinnen niedriger als die produzierte Speichelmenge der 12 ungezügelte Kontrollpersonen. Zusätzlich fanden die Autoren, dass sich diese Werte im Verlaufe einer stationären Therapie normalisierten und sich die Patientinnen zum zweiten Testzeitpunkt nicht mehr signifikant von den Kontrollpersonen unterschieden. Die Autoren unterstreichen mit ihrem Ergebnis die Aussage, dass nicht nur das Ausmaß der kognitiven Kontrolle, sondern auch die Variabilität der Nahrungszufuhr bei der Untersuchung gezügelter Esser eine wichtige Rolle spielt.

In einer neueren Studie (Lappalainen, Sjödén, Karhunen, Gladh & Lesinska, 1994) konnten die Autoren zeigen, dass sich eine Extinktion einer antizipatorischen Speichelreaktion auf angenehme Nahrungsreize bereits nach wenigen Lerndurchgängen einstellen kann. Die Autoren präsentierten ihren Probandinnen wiederholt Schokolade und instruierten sie, sich auf den Geschmack und Geruch zu konzentrieren und sich intensiv vorzustellen, die Schokolade zu essen. Während die eine Gruppe während der Reizdarbietung wiederholt eine sehr kleine Menge (0.5 g) Schokolade erhielt, bekam die andere Gruppe entweder keine Nahrung (Studie I) oder geringe Mengen einer anderen Speise (Weißbrot, Studie II). Die Ergebnisse zeigen, dass es bei der wiederholten Kopplung des Nahrungsreizes mit einer Deprivation (Versuchsperson erhält die Nahrung nicht) zu einer Abnahme der Speichelrate kommt. Wurde den Probandinnen jedoch während der Stimuluspräsentation erlaubt, geringe Nahrungsmengen zu sich zu nehmen, stieg die Speichelproduktion an, wobei die Zunahme bei der Gabe von Schokolade etwas stärker war als bei der Gabe von reizirrelevanter Nahrung. Interessanterweise stieg in allen Gruppen das *craving* für Schokolade deutlich an, unabhängig davon, ob die Personen etwas zu essen erhielten oder nicht. Dieser Befund ist besonders in Hinblick auf die gezügelten Esser von Bedeutung, die häufig versuchen, eine besonders attraktive, aber „verbotene“

Speise durch eine kalorienarme, erlaubte zu ersetzen (vgl. Laessle et al., 1989b; Laessle et al., 1990). Da sich hierdurch aber das Verlangen nach der gewünschten Speise nicht reduziert (vgl. Fedoroff et al., 1997), sondern im Gegenteil eher verstärkt, steigt die Wahrscheinlichkeit für einen Kontrollverlust und damit auch für einen Essanfall.

In einer weiteren Studie (Piacentini, Schell & Vanderweele, 1993) in der ein Einfluss des Essverhaltens auf psychophysiologische Parameter überprüft werden sollte, wurde die Orientierungsreaktion von gezügelten und ungezügelten männlichen und weiblichen Versuchspersonen untersucht. Dabei gaben die Autoren den Probanden nahrungsbezogene (Schokolade, Erdbeermarmelade, Erdnussbutter etc.) oder nicht nahrungsassoziierte Gerüche (Lavendel und Rose) vor und erhoben den entsprechenden Anstieg in der Hautleitfähigkeit. Diese Messungen wurden sowohl in einem deprivierten als auch in einem gesättigten Zustand durchgeführt. Entgegen der Erwartung der Autoren zeigten die gezügelten Esser auf die Nahrungsdüfte keine erhöhte, sondern bei allen Düften eine gegenüber den ungezügelten Essern **verminderte** Orientierungsreaktion. Dabei hatte die Manipulation des Hungers der Teilnehmer keinen Einfluss auf die Ergebnisse. Bei der hedonischen Beurteilung der Gerüche unterschieden sich die Gruppen nur bei den nicht nahrungsbezogenen Gerüchen, die von den gezügelten Essern als negativer bewertet wurden als die Nahrungsdüfte.

Die Autoren bieten zwei mögliche Interpretationen für diese unerwarteten Befunde an: Zum einen könnte es sein, dass in dieser Studien hauptsächlich die erfolgreich diät haltenden Personen (*dieting drones*) als Probanden ausgewählt wurden, da das Ausmaß an kognitiver Kontrolle des Essverhaltens nur über die Restraint-Skala des TFEQ erfasst wurde. Zum anderen könnte es aber auch sein, dass die gezügelten Esser kognitive Strategien einsetzten, um die Düfte möglichst nicht zu beachten. Für diese Interpretation sprechen auch ihre gegenüber den ungezügelten Essern reduzierten Reaktionen auf die nicht nahrungsbezogenen Gerüche: Da die Düfte in randomisierter Reihenfolge vorgegeben wurden und es acht Nahrungsdüfte gegenüber zwei nahrungsirrelevanten Düften gab, mussten die gezügelten Esser generell versuchen, die Düfte zu vermeiden. Die Autoren liefern allerdings keine Erklärung dafür, auf welche Weise die gezügelten Esser versuchten, die Düfte zu ignorieren: Sowohl in der Atmungsfrequenz und -tiefe als auch in der basalen Hautleitfähigkeit (Maß für das allgemeine Arousal) gab es keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Dennoch ist es möglich, dass die Personen nur über Kognitionen die Salienz der Nahrungsreize reduzierten und dadurch eine Inhibition der Orientierungsreaktion erreichen konnten.

Während bei der Untersuchung der Reaktion von gezügelten Essern auf Nahrungsreize bisher überwiegend periphere Maße wie die Speichelrate, die Reaktionszeit im Stroop-Test oder die Hautleitfähigkeit verwendet wurden, bietet die Ableitung der Hirnstromaktivität einen Einblick in die zentralnervöse Verarbeitung von Reizen. Besonderheiten der gezügelten Esser wie eine selektive Aufmerksamkeit für Nahrungsreize oder eine kognitive Vermeidung aller nahrungsbezogenen Stimuli sollten sich mit dieser Methode ebenfalls nachweisen lassen. In den folgenden Abschnitten wird daher ein Überblick über die Aufzeichnung sogenannter er-

eigniskorrelierter Potentiale gegeben. Dabei werden zunächst die notwendigen Voraussetzungen und Schritte der Datenverarbeitung genannt, die für eine Auswertung dieser zentralnervösen Aktivität notwendig sind. Es folgt eine Darstellung perzeptueller und kognitiver Prozesse, die sich anhand des Potentialverlaufs untersuchen lassen. Abschließend wird besonders auf Befunde zur Präsentation emotionaler und olfaktorischer Reize eingegangen.

2.3 Die Hirnstromaktivität des Menschen

Bei der Untersuchung der zentralnervösen Informationsverarbeitung beim Menschen liefert die Messung der Hirnstromaktivität einen wichtigen Beitrag zur Analyse verschiedener mentaler Prozesse. Dabei eignet sich besonders das ereigniskorrelierte Potential (EKP), um die Verarbeitungsschritte innerhalb der ersten Sekunde nach Auftreten eines Reizes oder internen Ereignisses zu untersuchen, da es eine sehr hohe zeitliche Auflösung bietet. Die Voraussetzung für die Erfassung des EKPs stellt die Ableitung des Elektro-Enzephalogramms dar, welches die spontane Grundaktivität des Gehirns abbildet.

2.3.1 Das Spontan-EEG

Bei einer Ableitung des Elektro-Enzephalogramms (EEG) werden über Elektroden auf der intakten Kopfhaut elektrische Ströme gemessen, die durch Spannungsschwankungen im Gehirn entstehen. Diese entstehen durch synchrone Erregungs- bzw. Hemmungsvorgänge in größeren Zellpopulationen des Neokortex. Erfasst wird die Summe aller gleichzeitig an Soma und Apikaldendriten der Neuronen auftretenden exzitatorischen und inhibitorischen postsynaptischen Potentiale (EPSP und IPSP). Aufgezeichnet werden allerdings hauptsächlich nur die Membranpotentialänderungen von Pyramidenzellen, da diese Zellen parallel zueinander und vertikal zur Oberfläche ausgerichtet sind. Zusätzlich wird vermutet, dass bei wiederholter Aktivierung einer Neuronenpopulation die Erregung auch an Gliazellen übertragen wird, da es zu Konzentrationsverschiebungen der Ionen im extrazellulären Raum kommt. Die Gliazellen haben somit einen verstärkenden Effekt auf die registrierte hirnelektrische Aktivität.

Eine mögliche Erklärung zur Elektrogenese positiver und negativer Potentialverschiebungen liefern Goff, Allison und Vaughan (1978). In Abhängigkeit davon, ob eine Afferenz an den Dendriten der Pyramidenzellen in Schichten I und II oder an ihren Zellkörpern ansetzt, die sich in den Schichten III und IV befinden, lassen sich axo-dendritische und axo-somatische Verbindungen unterscheiden. Besitzt nun beispielsweise eine am Soma angreifende Afferenz eine exzitatorische synaptische Wirkung, so wird das Zellinnere depolarisiert, während der umliegende extrazelluläre Raum negativ geladen wird. Anschließend erfolgt durch Ausgleichsströme eine Kompensation dieser Ladungsverschiebung, so dass die Umgebung der Apikaldendriten positiv wird. Diese Positivierung der Neokortexoberfläche lässt sich durch Elektroden auf der Kopfhaut registrieren. Setzt die erregende Synapse hingegen am Dendriten an und führt hier eine Depolarisation herbei, so hat dies eine Negativierung des extrazellulären Raums nahe der Oberfläche zur Folge, während die Umgebung des Somas aufgrund von Ausgleichsströmen positiv wird. Die Negativierung der äußeren Schichten des Neokortex führt in der Ableitung zu einer Spannungsverschiebung in negativer Richtung. Analoge Überlegungen gelten für inhibitorische synaptische Verbindungen.

Die Spannungsverschiebungen über dem Neokortex können entweder in Referenz zu einer elektrisch inaktiven Elektrode (z.B. Nase, Mastoid) erfasst werden (unipolare Ableitung) oder als Potentialdifferenz zwischen zwei Elektroden, die sich beide über elektrisch aktiven Kortextarealen befinden (bipolare Ableitung). Um die Ergebnisse verschiedener psychophysiologischer Arbeitsgruppen vergleichbar und reproduzierbar zu machen, wurde die Platzierung der Elektroden auf dem zweiten internationalen EEG-Kongress in Paris 1949 international nach dem sogenannten „10-20-System“ von Jasper (1958) standardisiert (Klem, Lüders, Jasper & Elger, 1999). Die Positionen der Elektroden werden hierbei über die Länge der Strecken zwischen Nasion und Inion bzw. zwischen den beiden präaurikularen Punkten definiert, so dass sich ein Maß ergibt, das proportional zur Größe und Form des Schädels ist. Der Abstand der Elektroden zueinander bzw. zu den Markierungspunkten beträgt dabei immer 10 bzw. 20 %. Die ursprüngliche Anordnung mit 21 Elektroden wird heute in vielen Studien auf bis zu 128 Elektroden erweitert, wobei die von Jasper vorgeschlagenen Maße und Abstände beibehalten werden. Abbildung 2.9 zeigt die Erweiterung des 10-20-Systems auf 61 Elektroden, wobei die Positionen der ursprünglichen 19 Kopfelektroden hervorgehoben sind. Die Nomenklatur entspricht den Richtlinien der *International Federation of Clinical Physiology* (Nuwer, Lehmann, Lopes da Silva, Matsuoka, Sutherling & Vibert, 1999).

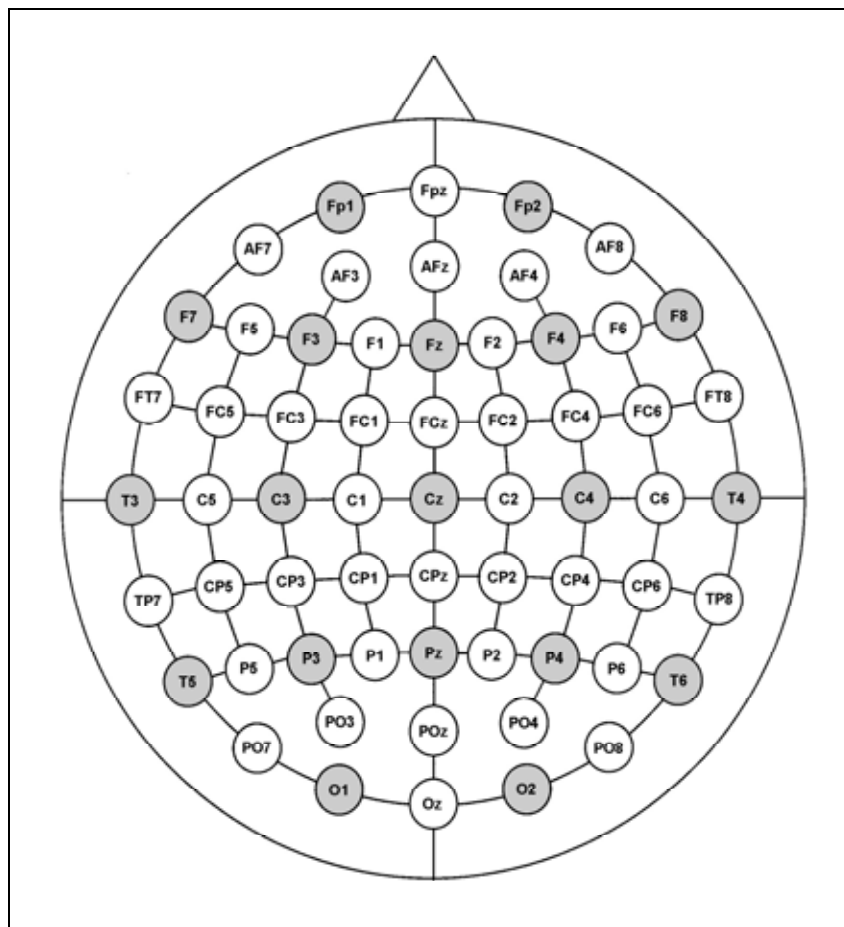


Abbildung 2.9 Erweiterung des 10-20 Systems nach Jasper auf 61 Elektroden (modifiziert nach FMS; Elektrodenanordnungen, Montage Nr. 11)

Die elektrische Aktivität des Gehirns wird als Spannungsverlauf über der Zeit dargestellt und lässt sich durch die Parameter Frequenz und Amplitude beschreiben. Abbildung 2.10 enthält eine beispielhafte Darstellung des Spontan-EEGs an verschiedenen Elektrodenpositionen.

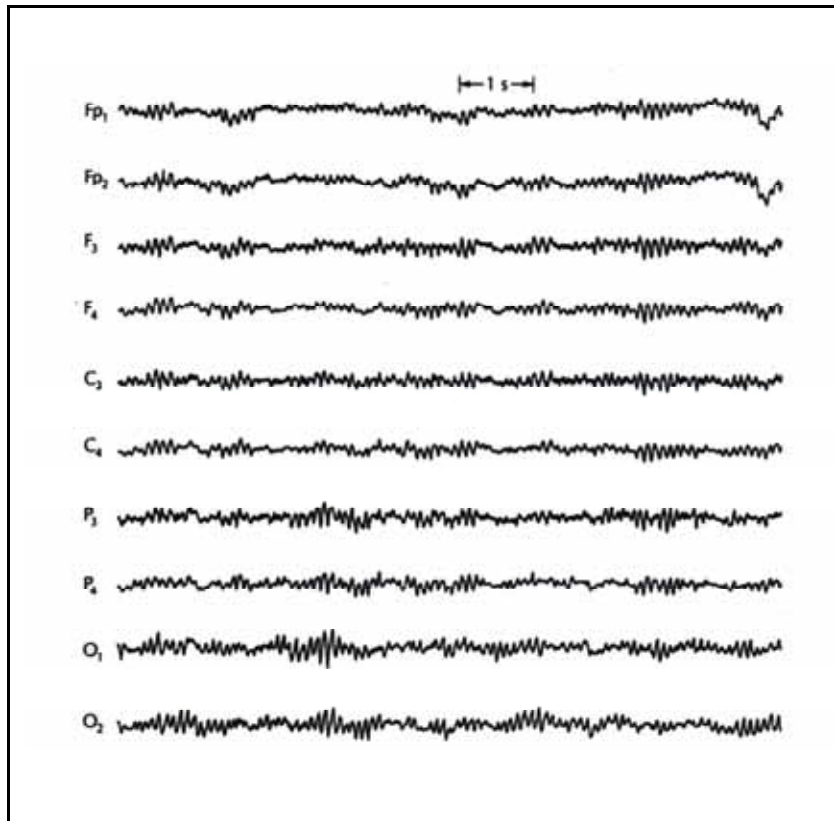


Abbildung 2.10 Aufzeichnung des Spontan-EEGs an verschiedenen Elektrodenpositionen (Ebe & Homma, 1994)

Es können mehrere Frequenzbänder unterschieden werden, die jeweils mit einem bestimmten Aktivitätsniveau des Gehirns einhergehen. Die gleichmäßige, hochamplitudige α -Aktivität (8 – 13 Hz) beispielsweise tritt beim Menschen bei geschlossenen Augen und im entspannten Zustand mit einer parieto-okzipitalen Dominanz auf und wird durch Öffnen der Augen, geistige Anspannung oder akustische Stimulation unterdrückt (Ebe & Homma, 1994). Die β -Wellen, die im Gegensatz zu den α -Wellen eine desynchronisierte, niedrigamplitudige Aktivität im Frequenzbereich von 14 bis 30 Hz darstellen, weisen eine präzentrale frontale Dominanz auf. Sie gelten als Indikator für einen wachen, aufmerksamen Zustand, wie er z.B. beim Kopfrechnen auftritt. δ - (0.5 – 4 Hz) und θ - (5 – 7 Hz) Wellen sind beim gesunden, erwachsenen Menschen nur im Schlaf-EEG, nicht aber im Wachzustand zu beobachten. Frequenzen über 30 Hz werden als γ -Wellen bezeichnet, wobei gerade der Bereich um 40 Hz als γ -Band definiert wird. Im Rahmen der olfaktorischen Reizverarbeitung konnte eine entsprechende

Aktivität in Arealen des „primären olfaktorischen Kortex“ nachgewiesen werden, wenn in Erwartung eines Duftreizes eine Inhalation durch die Nase erfolgt (vgl. die Arbeiten von Sobel et al. in Abschnitt 2.1.2.3) und im Sinne eines *priming* Aufmerksamkeit für den zu detektierenden Geruchsreiz bereitgestellt wird.

Insgesamt lassen sich häufig Frequenzen zwischen 1 und 100 Hz messen; die Amplituden variieren meist im Bereich von 1 bis 200 μV . Um diese geringen Spannungsschwankungen detektieren zu können, müssen sie verstärkt werden. Die Verstärkung und Filterung wird mit Hilfe eines Differenzverstärkers realisiert, wobei durch einen „Common-Mode-Rejection-Filter“ die an allen Elektroden gleichzeitig vorhandenen Störeinflüsse (wie z.B. ein 50-Hz-Netzbrummen) unterdrückt werden.

2.3.2 Ereigniskorrelierte Potentiale (EKPs)

Neben der fortlaufend an der Schädeloberfläche registrierbaren Spontanaktivität erzeugt das Gehirn als Reaktion auf oder in Antizipation externer und interner Reize typische Spannungsverschiebungen, die als „ereigniskorrelierte Potentiale“ (EKPs) bezeichnet werden. Um diese Potentialverläufe in reproduzierbarer Form hervorzurufen, werden den Probanden oftmals Aufgaben gestellt (z.B. Reize zählen, auf definierte Reize reagieren etc.). Die Darbietung eines Reizes bei gleichzeitiger EEG-Ableitung nennt man „Trial“. Häufig werden mehrere Trials zu einem „Block“ von beispielsweise je 200 Reizpräsentationen zusammengefasst.

Da ein EKP in der Regel durch die vergleichsweise hochamplitudige Spontanaktivität sehr stark überlagert wird und somit im Einzeltrial nicht sichtbar ist, wird mittels verschiedener Methoden eine Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses erreicht. Zum einen werden hochfrequente Bereiche aus dem digitalisierten EEG-Signal herausgefiltert, da sie die eher niederfrequenten ereignisbezogenen Spannungsverschiebungen überdecken können. Zum anderen werden jeweils sehr viele EKPs, die unter denselben Bedingungen aufgenommen wurden, unter Bezug auf denselben zeitlichen Referenzpunkt (z.B. Reizbeginn) übereinandergelegt (Coles, Gratton & Fabiani, 1990). Diesem Vorgehen des *signal averaging* liegt die Annahme zu Grunde, dass die Amplitudenwerte des EKPs über alle Reizdarbietungen hinweg zeitlich annähernd konstant bleiben. Da die Spontanaktivität keinen zeitlichen Zusammenhang zu dem Reiz aufweist, kann von einer regellosen, zufallsbedingten Entstehung ausgegangen werden. Somit werden auf diese Weise immer gleiche Anteile des EKPs übereinandergelegt und aufsummiert, wohingegen sich die jeweils unterschiedlichen Wellen des Spontan-EEGs gegenseitig auslöschen. Mit einer steigenden Anzahl von Versuchsdurchgängen nähern sich die mittleren Amplituden der Spontanaktivität über die abgetasteten Zeitpunkte hinweg also approximativ Null, so dass am Ende ein mittleres EKP entsteht, auf welches sich weitere Analyseverfahren anwenden lassen. Abbildung 2.11 stellt eine grafische Veranschaulichung der Extraktion eines EKPs durch die Mittelung mehrerer Trials dar.

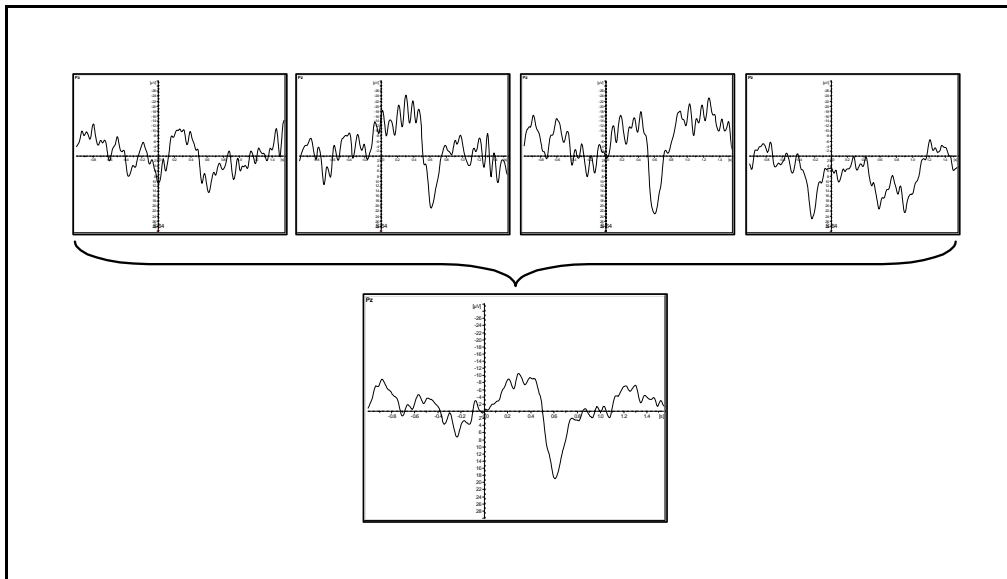


Abbildung 2.11 Mittelung von vier Einzeltrials zur Extraktion des EKPs

Ein EKP wird in mehrere Komponenten aufgeteilt, die durch ihre Polarität, Latenz und Amplitude charakterisiert werden können:

- Die Latenz stellt die Zeitdifferenz zwischen dem Beginn des Reizes und dem Auftreten des Extrempunktes (Peak) der Komponente dar.
- Die Amplitude kann anhand zweier unterschiedlicher Maße bestimmt werden: Zum einen wird sie als Abstand von einem Maximum bzw. Minimum zur Baseline (*peak to baseline*) gemessen, zum anderen erfasst man sie als Abstand zwischen einem positiven und einem negativen Extrempunkt (*peak to peak*).

Zusätzlich zu diesen Beschreibungskriterien kann sowohl die zeitliche als auch die räumliche Amplitudenverteilung einer Komponente über den Schädel (Topographie) von Bedeutung sein. Aufgrund der definierten Elektrodenpositionen lassen sich hieraus gewisse Rückschlüsse über die neuronalen Generatoren der einzelnen Komponenten ziehen. Neben den Komponenten, die sich als Peak beschreiben lassen, wurden auch Komponenten identifiziert, die sich als Amplitudenveränderungen im EKP über mehrere hundert Millisekunden ausdrücken.

Da die genannten Parameter allerdings stark mit der Modalität der auslösenden Reize variieren können, ist es für die Bestimmung und insbesondere die inhaltliche Interpretation einer Komponente von entscheidender Bedeutung, dass sie einen funktionellen Zusammenhang zu mindestens einer unabhängigen Variablen aufweist. Wird diese Variable experimentell manipuliert, so muss auch die Komponente systematisch variieren. Nach Donchin, Ritter und

Mc Callum (1978) wird eine Komponente also nicht einfach über ihre Morphologie definiert, sondern durch ihre beobachtbare, kontrollierbare Variabilität.

Die Nomenklatur der Komponenten richtet sich vorrangig nach ihrer Polarität und dem Zeitpunkt ihres Auftretens. So tritt die „N100-Komponente“ bei auditiver Stimulation als negativer Peak 100 ms nach Reizvorgabe auf und lässt sich unter kontrollierten, gleichbleibenden experimentellen Bedingungen reliabel auslösen. Da die Latenzen innerhalb einer Modalität und vor allem zwischen den Modalitäten stark schwanken können, werden die Komponenten auch in der Reihenfolge ihres Auftretens nummeriert (N1 statt N100). Einige Komponenten sind zusätzlich nach dem vermuteten zu Grunde liegenden Verarbeitungsprozess benannt, wie z.B. die „Novelty-P3“. In Abbildung 2.12 sind einzelne Komponenten eines EKPs in schematisch idealisierter Form dargestellt.

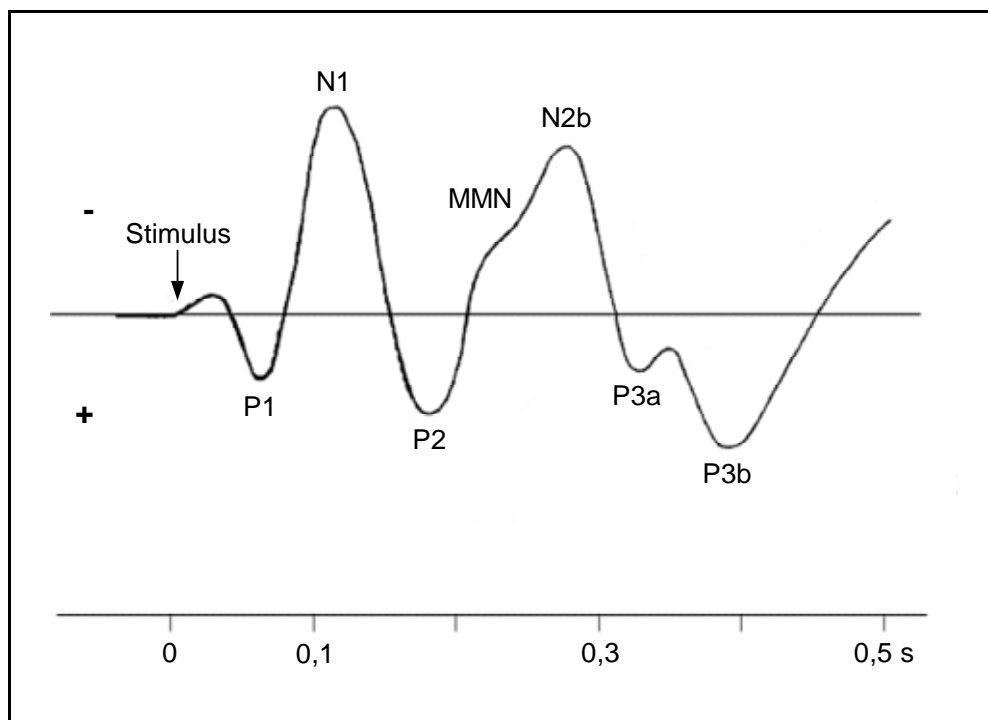


Abbildung 2.12 Schematische Darstellung der Komponenten eines EKPs (Rockstroh et al., 1989)

Nach ihrem Latenzbereich unterteilt man die Komponenten in „exogene“ und „endogene“. (Donchin et al., 1978; Rugg & Coles, 1995). Dabei sollten diese Bezeichnungen allerdings nicht als zwei voneinander getrennte Kategorien sondern eher als die Pole eines Kontinuums verstanden werden: *„We emphasize that the distinction between exogenous and endogenous components is heuristic. Like many other distinctions, it is easy to identify extreme examples*

of each category but there is always a range over which one class shades into the other." (Donchin, Ritter & Mc Callum, 1978, p. 356)

„Exogene Komponenten“ werden in ihrer Latenz und Amplitude vorwiegend durch physikalische Reizeigenschaften bestimmt und weisen eine modalitätsspezifische topographische Verteilung auf. Ihr Auftreten innerhalb der ersten 100 ms nach Reizvorgabe ist obligatorisch. Ihre Parameter zeigen nur eine geringfügige interindividuelle Variabilität, da sie automatische Reizverarbeitungsprozesse reflektieren. Sie werden deshalb vorrangig in der neurologischen Diagnostik eingesetzt, um die Funktionalität des visuellen, somatosensorischen und auditorischen Systems (z.B. akustisch evozierte Hirnstammpotentiale) zu überprüfen (Altenmüller, 1996).

„Endogene Komponenten“ die in einem Latenzbereich von 100 bis etwa 1000 ms liegen, zeigen eine große Variationsbreite in Abhängigkeit von psychologischen Variablen wie Aufmerksamkeit, Erfahrung und Motivation der Person, Versuchsinstruktion und Aufgabenrelevanz eines Stimulus (Donchin et al., 1978; Rugg & Coles, 1995). Außerdem sind sie dadurch charakterisiert, dass sie auch ohne externen Stimulus auftreten können (z.B. Auftreten der „P300“ bei Auslassen eines erwarteten Reizes). Allerdings werden frühe endogene Komponenten wie beispielweise die „N1“ ebenfalls im beträchtlichen Maße von physikalischen Reizmerkmalen (wie z.B. der Reizintensität oder Tonfrequenz) bestimmt und exogene Komponenten können durch endogene Prozesse wie Aufmerksamkeit (Hackley, 1993) oder Aktivierungsgrad modifiziert werden. Wie bereits oben erwähnt ist der Übergang zwischen exogenen und endogenen Komponenten daher eher fließend.

Im Folgenden soll auf die für diese Studie relevanten endogenen Komponenten näher eingegangen werden. Neben einer allgemeinen Beschreibung einiger Komponenten und ihrer Topographie werden dabei vor allem die Besonderheiten bei der Erfassung chemosensorisch-ereigniskorrelierter Potentiale und die Modulation der Komponenten im visuell ereigniskorrelierten Potential durch emotionale Reize berücksichtigt.

2.3.2.1 N1

Die „N1“ oder „N100“ bezeichnet den ersten negativen Peak innerhalb des EKPs, der in der auditorischen Modalität etwa 100 bis 175 ms nach Reizbeginn mit einer fronto-zentralen Dominanz (z.B. Onofrij, Fulgente, Nobile, Bazzano & Colamartino, 1991) auftritt. Bei visueller und somatosensorischer Stimulation ist diese Komponente 30 bis 40 ms später (Näätänen & Picton, 1987) zu beobachten.

Hervorgerufen wird die N1 durch eine Veränderung in einer physikalischen Eigenschaft eines vorherigen Reizniveaus (z.B. Frequenz oder Intensität eines akustischen Reizes). Somit löst der Beginn einer Stimuluspräsentation (Reiz-Onset) ebenso eine N1 aus wie das Ende einer Reizdarbietung (Reiz-Offset), die mindestens 500 ms andauert hat. Bei einer sehr lang-

samen Änderung in einem Reizmerkmal (z.B. bei einer kontinuierlichen Erhöhung der Lautstärke eines Tones) entsteht jedoch keine N1 und Anstiegsflanken von über 50 ms führen bereits zu einer deutlichen Reduktion der N1-Amplitude. Latenz und Amplitude sind also von der Steilheit des Anstiegs oder Abfalls bei dem Übergang von einem Reizniveau zum nächsten abhängig. Zusätzlich wird die Amplitude dieser Komponente durch die Intensität eines Reizes moduliert, wobei stärkere Reize zu einer Amplitudenerhöhung führen (z.B. Näätänen & Picton, 1987). Bei kurzen Interstimulus-Intervallen (ISIs) ist die N1 starken Habituationseffekten unterworfen, d.h. sie wird bei wiederholter Stimulation immer kleiner (Fitzgerald & Picton, 1984; Mäntysalo & Näätänen, 1987; Schröger, 1996). Als Ursache hierfür wird angenommen, dass die der Generierung der N1 zu Grunde liegenden neuronalen Strukturen für eine bestimmte Dauer aktiv sind, um so eine Repräsentation der physischen Reizmerkmale aufrechterhalten. Bei der sequentiellen Darbietung gleicher Reize müssen sie dann nur noch teilweise aktiviert werden, wodurch die Amplitude der N1 geringer wird. Nach Näätänen, Paavilainen, Alho, Reinikainen, und Sams (1987a) beträgt das minimale Interstimulus-Intervall, bei dem eine N1 generiert werden kann, 1 s.

Obwohl eine N1 auch ausgelöst werden kann, wenn die Reize nicht beachtet werden, wird ihre Amplitude durch selektive Aufmerksamkeit vergrößert. Die zu Grunde liegenden neuronalen Prozesse scheinen sich allerdings nach Modalität bzw. Parameter innerhalb einer Modalität zu unterscheiden.

Bei Konstanzhaltung weiterer Reizparameter wie der Intensität, lösen sehr unterschiedliche akustische Stimuli, wie z.B. Töne, Klicken Sprachgeräusche und Tierlaute eine sehr ähnliche N1-Komponente aus (Näätänen, 1990). Dies spricht dafür, dass die N1 auf funktionaler Ebene einen vorbewussten Registrierungsprozess widerspiegelt, der durch bestimmte physikalische Ereignisse ausgelöst wird und einer weiteren Reizverarbeitung vorausgeht.

Vogel und Luck (2000) sehen in der visuellen N1 allerdings ein Korrelat für einen kontrollierten Diskriminationsprozess. In drei verschiedenen Experimenten fanden sie in einem Zeitbereich von 100 – 125 ms nach Reiz-Onset posterior eine erhöhte N1-Amplitude, wenn die beachteten Reize nicht nur detektiert werden mussten, sondern darüber hinaus bezüglich Form oder Farbe unterschieden werden sollten.

Eine sogenannte „Processing Negativity“ (PN) lässt sich beobachten, wenn selektive Aufmerksamkeit für einen bestimmten Informationskanal aufgewandt wird (wie z.B. beim dichotischen Hören). Zur Identifikation dieser Komponente muss die Differenz zwischen den EKP-Wellen gebildet werden, die als Reaktion auf denselben Reiz unter zwei unterschiedlichen Bedingungen entsteht: Subtrahiert man das EKP unter der Bedingung „Reiz ignorieren“ von dem unter der Bedingung „Reiz beachten“, so resultiert daraus eine Differenzwelle, die als „Nd“ bezeichnet wird. Interpretieren lässt sich die Komponente nach Näätänen (1990) als Indikator für einen Vergleich zwischen einem Reiz und einer Aufmerksamkeitsspur (*attentional trace*), die als willentlich beibehaltene Repräsentation des relevanten Reizes be-

geschrieben werden kann. Dieser Prozess wird beendet, sobald ein Unterschied zwischen gespeicherten Stimuluseigenschaften und Vergleichsreiz erkannt wird. Bei großen Abweichungen kann der Prozess somit schneller abgebrochen werden als bei sehr geringen Unterschieden, wodurch sich kürzere Latenzen ergeben. Das Aufrechterhalten der Repräsentation wird jedoch zeitlich durch die Dauer des sensorischen Speichers begrenzt und muss jeweils durch das Ankommen eines neuen Reizes aufgefrischt werden. In der Zeit zwischen zwei Reizen kann ein internes Wiederholen (*rehearsal*) stattfinden. Somit lässt sich auch erklären, warum am Anfang eines Blockes keine PN vorhanden ist, sich aber im weiteren Verlauf aufbaut.

2.3.2.2 P2

Ein positiver Peak bei etwa 200 ms mit einem zentralen Maximum (z.B. Onofrij et al., 1991) wird als „P2“ oder „P200“ bezeichnet. Bisher ist diese Komponente erst wenig untersucht worden. Da sie häufig mit der N1 einhergeht, werden beide auch oft als „N1/P2-Komplex“ umschrieben. Maximale Amplituden erreicht der durch akustische Reize ausgelöste N1/P2-Komplex über dem Vertex, weshalb er auch unter dem Namen „Vertex-Potential“ bekannt ist (Rockstroh, Elbert, Canavan, Lutzenberger & Birbaumer, 1989). Die Amplitude dieser Komponente nimmt mit Reizwiederholung exponentiell ab, wird aber durch einen Reizwechsel wieder erhöht. Außerdem steigt sie mit der Aufmerksamkeit, die dem auslösenden Reiz zugewandt wird und ist besonders groß, wenn dieser leicht identifizierbare Eigenschaften aufweist (Rockstroh et al., 1989). Nach Rockstroh et al. (1989) wird allgemein angenommen, dass das Vertex-Potential einen selektiven Filtermechanismus für grundlegende Stimuluseigenschaften repräsentiert, bei dem auch Reiz- und Mustererkennung eine Rolle spielen.

In einer aktuellen Überblicksarbeit kritisieren Crowley und Colrain (2004), dass die P2 bisher selten als eigenständige Komponente untersucht wurde, sondern oft nur im Rahmen der Peak-to-Peak-Messung der N1/P2-Differenz beschrieben wird. Daher können die oben aufgeführten Effekte von Stimuluseigenschaften und Aufmerksamkeit auch allein auf eine Modulation der N1 zurückgehen. Crowley und Colrain betonen, dass es möglich ist, die N1 und die P2 aufgrund ihres unterschiedlichen Verhaltens experimentell separat zu untersuchen und weisen auf die Bedeutung der P2 als eigenständige Komponente hin. Im Gegensatz zur N1 soll laut der Autoren beispielsweise die Amplitude der P2 bei Aufmerksamkeit absinken. Weiterhin referieren die Autoren Studienergebnisse, bei denen sich die N1-Amplitude beim Übergang vom Wachzustand zum Schlaf verringerte, während die P2-Amplitude wiederum zunahm. Eine weitere Besonderheit der P2 ist ihre Vergrößerung mit zunehmendem Alter, wohingegen für die meisten anderen Komponenten ein Amplitudenrückgang beobachtet wurde (für die Komponenten „MMN“, „P3-a“ und „N400“ siehe z.B. Kok, 2000). Obwohl aufgrund der genannten Befunde zwar vermutet werden könnte, dass die P2 den Grad an vorbewusster,

automatischer Reizverarbeitung widerspiegelt (P2-Amplitude verhält sich invers proportional zur bewussten Aufmerksamkeit), warnen die Autoren vor einer voreiligen Schlussfolgerung. Ihrer Meinung nach könnten genau wie der N1 oder N2 auch der P2 mehrere Subkomponenten zu Grunde liegen, die je nach Aufgabenstellung und experimenteller Manipulation unterschiedlich starke Ausprägungen und zeitliche Überlappungen aufweisen könnten. Bevor nicht weitere Studien zur Variation der Amplitude und Latenz dieser Komponente durchgeführt worden sind, lässt sich demnach abschließend keine eindeutige Interpretation ihrer Funktionalität ableiten. Im Rahmen der vorliegenden Studie ist die P2 vor allem deshalb von Bedeutung, weil sie häufig im Zusammenhang mit atmungsabhängigen somatosensorischen Potentialen berichtet wird (Crowley & Colrain, 2004).

2.3.2.3 N2

Bei der Präsentation seltener, abweichender Reize, die in eine Reihe von homogenen Standardreizen eingebettet sind, kommt es im Latenzbereich um 200 ms zu einer negativen Verschiebung des EKPs, der sogenannten „N2“ oder „N200“, mit einem Amplitudenmaximum über der rechten Hemisphäre (Deacon, Breton, Ritter & Vaughan, 1991). Für die Amplitude dieser Komponente, die mit der Orientierungsreaktion in Zusammenhang gebracht wird, wurde eine invers proportionale Beziehung zur Auftretenswahrscheinlichkeit der Reize gefunden (Deacon et al., 1991). In einer Vielzahl von Untersuchungen, insbesondere der Arbeitsgruppe um Näätänen, konnte allerdings gezeigt werden, dass sich diese Negativierung aus zwei Subkomponenten zusammensetzt, der sogenannten „Mismatch Negativity“ oder „N2-a“ und der „N2-b“, die im Folgenden kurz getrennt beschrieben werden sollen.

2.3.2.3.1 N2-a oder Mismatch Negativity

Die erste dieser Wellen lässt sich beobachten, wenn nach einigen physikalisch gleichen Reizen ein von ihnen abweichender (devianter) Reiz auftaucht – beispielsweise in der Intensität oder Dauer – oder ein Reiz innerhalb einer kontinuierlichen Präsentationsreihe weggelassen wird.

Diese sogenannte „Mismatch Negativity“ (MMN) kann also nicht durch einen einzelnen Reiz per se, sondern nur durch die Abweichung eines Reizes von der vorherigen Stimulation hervorgerufen werden (Näätänen, 1990 für auditorische Stimuli). Es muss demnach zuvor eine sensorische Gedächtnisspur angelegt worden sein, mit der ein neu ankommender Reiz verglichen wird. Diese Spur wird mit dem ersten Auftreten eines bestimmten Reizes bereits gelegt, gewinnt aber nach einigen Wiederholungen deutlich an Stärke. Durch zunehmende Verlängerung des ISIs lässt sich zeigen, dass die Gedächtnisspur nur für 5 – 10 s (auditorische Stimuli) aufrechterhalten wird. Liegen zwei Stimuli zeitlich weiter auseinander, so kann auch

bei großen Abweichungen keine MMN mehr ausgelöst werden. Die MMN zeigt demnach auch keine Langzeit-Habituation.

Ihre Amplitude variiert in Abhängigkeit von der Größe der Abweichung, so dass z.B. eine Intensitätsabweichung des devianten Reizes vom Standard nach oben eine ähnlich große negative Verschiebung auslöst wie eine Abweichung nach unten. Außerdem kann die MMN bereits durch eine geringe Reizabweichung ausgelöst werden. Sams, Paavilainen, Albo und Näätänen (1985) konnten zeigen, dass die MMN bei genügend großer Trialanzahl und damit verbundenem großen Signal-Rausch-Abstand geeignet ist, um Unterschiedsschwellen in der auditorischen Modalität zu messen.

In auditiven Paradigmen kann eine MMN durch Abweichungen in der Frequenz (z.B. Sams et al., 1985), Intensität (z.B. Näätänen et al., 1987b) oder Dauer der beiden Reize ausgelöst werden. Weiterhin erzeugen auch Veränderungen komplexer Stimuli wie Phoneme eine MMN (für einen Überblick siehe Schröger, 1998). Eine Latenzverkürzung der MMN steht ebenfalls in direkter Beziehung zum Ausmaß der Devianz der Reize, so dass es bei Stimuli, die deutlich vom Standardreiz abweichen, zu einer starken Überlappung dieser Komponente mit der N1 kommt.

Erhalten Probanden die Instruktion, die Reize zu ignorieren, besteht die negative Verschiebung hauptsächlich aus der MMN (z.B. Sams et al., 1985). Da die MMN also auch ohne die Zuwendung von Aufmerksamkeit auslösbar ist, wird sie oft als „automatischer Mismatch-Detektor“ bezeichnet. Die Tatsache, dass deviante Töne mit einer höheren oder niedrigeren Intensität als der Standard eine ähnlich große MMN-Amplitude erzeugen, spricht dafür, dass die MMN einer neuronalen Repräsentation des Unterschiedes der physikalischen Eigenschaften aufeinanderfolgender Reize entspricht.

Hebt sich der deviante Reiz in mehr als einer Dimension vom Standardreiz ab (z.B. in Intensität und Frequenz), so ist der Amplitudenzuwachs der MMN annähernd so groß wie die Summe der Amplituden, die bei Veränderung nur einer Reizdimension auftreten (Schröger, 1995). Bei der Latenz der MMN findet sich dieser Effekt jedoch nicht. Dieses Ergebnis deutet nach Schröger auf einen merkmalspezifischen Vergleich hin, der den sensorischen Charakter der MMN vor allem auch deshalb unterstützt, weil bei späteren Komponenten wie der „N2-b“ und der „P3-a“ dieser additive Effekt nicht mehr zu beobachten ist.

2.3.2.3.2 N2-b

Die zweite Unterkomponente der N200 ist die „N2-b“. Ihr folgt häufig eine Positivierung, die man als P3-a bezeichnet (Coles & Rugg, 1995; Rockstroh et al., 1989).

Im Gegensatz zur MMN, die einen automatisch ablaufenden Prozess widerspiegeln soll, wird die N2-b mit kontrollierter Verarbeitung in Verbindung gebracht (Rockstroh et al., 1989). Im Gegensatz zur MMN, tritt die N2-b in der Regel erst dann auf, wenn Probanden die

dargebotenen Reize beachten sollen. Sie kann allerdings auch im passiven Paradigma ausgelöst werden, wenn Standard und devianter Reiz sich klar unterscheiden. Möglicherweise wird bei salienter Stimulusdevianz kurzfristig die Aufmerksamkeit auf den devianten Reiz gelenkt (*attention switch*, Näätänen, 1990). Neben den Auftretensbedingungen unterscheiden sich die MMN und die N2-b in Latenz (MMN: ca. 100 – 200 ms; N2-b: 200 – 250 ms) und topographischer Verteilung. Die MMN ist nach Paavilainen, Alho, Reinikainen, Sams und Näätänen (1991) fronto-zentral über der rechten Hemisphäre dominant während die N2-b laut Näätänen (1990) ein klar zentrales Maximum zeigt.

Näätänen zufolge (1990) findet eine zeitliche Überlagerung zwischen den Komponenten MMN und N2-b statt, die darauf hindeutet, dass die automatische „Mismatch-Detektion“, die durch die MMN repräsentiert wird, eine notwendige, jedoch nicht hinreichende Voraussetzung für die weiteren Verarbeitungsprozesse ist, die der N2-b zu Grunde liegen.

Studien, bei denen keine explizite Trennung der beiden Subkomponenten vorgenommen wird, beziehen sich in der Regel auf die N2-b, da diese bei der Beachtung der Reize aufgrund der zeitlichen Überschneidung zwischen MMN und N2-b die Amplitude der N200 hauptsächlich bestimmt.

2.3.2.4 P3

Diese Komponente, die erstmalig von der Arbeitsgruppe um Sutton (Sutton, Braren, Zubin & John, 1965; Sutton, Tueting, Zubin & John, 1967) beschrieben wurde, tritt etwa 250 bis 650 ms nach dem Reiz-Onset eines für den Probanden seltenen und bedeutsamen Stimulus auf. Experimentell untersucht wurde sie häufig im Rahmen eines sogenannten „Oddball-Paradigmas“, bei dem in eine Reihe von häufigen, für die Versuchsperson irrelevanten Reizen („Standards“) in zufälligen Abständen seltene, wichtige Reize („Targets“) eingestreut werden. Beispielsweise könnte innerhalb einer Folge von 50 Hz-Tönen ein 100 Hz-Ton eine „P3-Komponente“ auslösen, wenn er mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von 20 % dargeboten wird und von der Versuchsperson beachtet werden muss (motorische Reaktion, Zählaufgabe).

In späteren Studien wurden wiederholt Subkomponenten der P3 untersucht, die unterschiedliche topographische Verteilungen haben und unterschiedlich auf die experimentelle Variation verschiedener Reizparameter reagieren. Da nicht alle Arbeitsgruppen eine Unterteilung der P3 vornehmen, sei zum besseren Verständnis der weiteren Darstellung erwähnt, dass die sogenannte „P3-b“ diejenige Komponente darstellt, die in der Regel im aktiven Oddball-Paradigma in Reaktion auf aufgabenrelevante Zielreize abgeleitet werden kann. Sie wird deshalb teilweise auch als „Target-P3“ oder aufgrund ihrer früheren Entdeckung als „klassische P3“ beschrieben. Wird die P3-Komponente nicht näher bezeichnet, ist in der Regel diese Subkomponente gemeint. Im Folgenden sollen die einzelnen Subkomponenten und ihre Entstehungsbedingungen näher beschrieben werden. Dabei wird im ersten Abschnitt mehr auf die anterior dominanten Komponenten „P3-a“ und „Novelty-P3“ eingegangen, die

im Gegensatz zur Target-P3 besonders in Reaktion auf Reize beobachtet wurden, die keine Zielreize waren. Im zweiten Abschnitt sollen relevante Aspekte der Entstehung der zentro-parietalen Target-P3 beleuchtet werden. Da in allen Untersuchungen zur P3-a bzw. Novelty-P3 auch immer Zielreize vorgegeben wurden, wäre eine strikte Trennung der Beschreibungen der einzelnen Subkomponenten allerdings artifiziell, so dass bereits im ersten Abschnitt auch die Ergebnisse zur Target-P3 mit aufgeführt werden. Im zweiten Abschnitt werden dann diese Ergebnisse sowie die Befunde weiterer Studien im Hinblick auf die Informationsverarbeitungsprozesse, die möglicherweise durch die P3-b abgebildet werden, differenzierter betrachtet.

2.3.2.4.1 P3-a und Novelty P3

Erste Studien, in denen die Entstehungsbedingungen der P3 genauer untersucht wurden, kamen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich ihres Latenzbereiches. Squires, Squires und Hillyard (1975) überprüften daher, ob sich diese Komponente aus verschiedenen Subkomponenten zusammensetzt. In einem aktiven (Zielreize zählen) und einem passiven (Buch lesen und Reize ignorieren) Oddball-Paradigma wurden den Versuchsteilnehmern laute und leise Töne vorgegeben. Die Auftretenswahrscheinlichkeiten von $p = 0.1$ bzw. 0.5 und 0.9 der Reize war jeweils komplementär. Unabhängig von der Reizintensität riefen in der passiven Bedingung jeweils die Reize mit der geringen Auftretenswahrscheinlichkeit eine Positivierung hervor, die mit einer Latenz von 220 bis 280 ms fronto-zentral dominant war. Dieser frühe positive Gipfel, dem immer eine Negativierung (N2) vorausging, wurde von Squires et al. als „P3-a“ bezeichnet. Die Autoren sehen in dieser Komponente einen basalen sensorischen Vergleichsprozess und nehmen an, dass ihr Auftreten hauptsächlich von der Reizwahrscheinlichkeit abhängt.

In der aktiven Bedingung kam es ebenfalls bei den Stimuli der geringen Auftretenswahrscheinlichkeit zu einer Positivierung, die allerdings erst nach 330 – 380 ms mit einem parietalen Amplitudenmaximum auftrat. Bei den meisten Probanden folgte diese von den Autoren als „P3-b“ bezeichnete Komponente einer N2 und einer P3-a. Die P3-b konnte zwar auch ausgelöst werden, wenn die seltenen Reize nicht gezählt werden mussten, hatten in diesem Fall aber eine deutlich verringerte Amplitude. Squires et al. (1975) schließen aus ihren Ergebnissen, dass für die Entstehung dieser Komponente neben der Reizwahrscheinlichkeit vor allem die Aufgabenstellung von Bedeutung ist.

Auch in weiteren Studien konnte innerhalb eines passiven Oddball-Paradigmas eine fronto-zentral dominante Komponente in dem P3-Latenzbereich (P3-a) beobachtet werden. Allerdings müssen in diesem Fall laut Näätänen (1990) der Unterschied zwischen deviantem und Standardreiz sehr groß und das Interstimulus-Intervall sehr kurz sein.

Courchesne, Hillyard und Galambos (1975) konnten in einem visuellen Oddball-Paradigma ebenfalls eine fronto-zentral dominante P3-Komponente auslösen, indem sie zusätzlich zu den

Standard- und Target-Reizen überraschend komplexe Stimuli (sogenannte „Novels“) mit einer geringen Auftretenswahrscheinlichkeit präsentierten. Diese von den Autoren als „Novel-P3“ bezeichnete Komponente wird von ihnen als nicht identisch zu der P3-a betrachtet, da sie in den Experimenten von Courchesne et al. (1975) unter aktiven Bedingungen evoziert wurde, während die P3-a in einem passiven Oddball-Paradigma beobachtet wurde. Weiterhin entstand die in späteren Studien als „Novelty-P3“ bezeichnete Komponente in Reaktion auf komplexe, unbekannte Reize, wohingegen die P3-a mit einfachen Reizen ausgelöst wurde. Als weiteres Unterscheidungsmerkmal führen die Autoren die kürzere Latenz und kleinere Amplitude der P3-a im Gegensatz zur Novelty-P3 an.

Während die Existenz der Novelty-P3 in zahlreichen Arbeiten bestätigt wird, ist die Befundlage für die P3-a weniger eindeutig und viele Autoren vertreten die Annahme, dass beide Komponenten ähnliche Prozesse widerspiegeln: *„Although the Novelty P3 and the P3a were elicited by distinctively different stimuli during quite different task circumstances, it is generally believed that they reflect the output of similar configuration of neural sources.“* (Friedman, Cycowicz & Gaeta, 2001, p. 361). Dabei wird zusätzlich angenommen, dass die P3-a nur eine Novelty-P3 darstellt, die von einer P3-b überlagert sein kann, wobei beide Amplituden aufgrund des Ignorierens der Reize verkleinert sind (Goldstein, Spencer & Donchin, 2002; Spencer, Dien & Donchin, 2001).

Spencer, Dien und Donchin (1999) bemängeln, dass die Begriffe „P3“, „P3-b“, „P3-a“ und „Novelty P3“ häufig synonym verwendet werden, obwohl sie unterschiedliche Komponenten und damit distinkte Informationsverarbeitungsprozesse bezeichnen. Die Autoren untersuchten mittels eines klassischen und eines „Novelty-Oddball-Paradigmas“ die unterschiedlichen Reaktionen auf seltene und neue Reize. Während die Probanden im klassischen Oddball-Paradigma instruiert wurden, auf seltene Töne ($p = 0.12$) so schnell und korrekt wie möglich per Tastendruck zu antworten, wurden sie über das zusätzliche Auftreten der Novels ($p = 0.12$) in der Novelty-Bedingung nicht informiert. Als Novels wurden u.a. Tierlaute, Vogelstimmen, Maschinengeräusche und Musik eingesetzt. Um neben der hohen zeitlichen Auflösung, die der Methode der EKP-Messung inhärent ist, auch eine hohe räumliche Auflösung zu erreichen, wurden die Potentiale von 129 Elektrodenpositionen abgeleitet. Nachdem die Autoren diese mittels einer räumlichen Faktorenanalyse zu 18 „virtuellen Elektroden“ (gewichtete Linearkombinationen der an den tatsächlichen Elektroden gemessenen Potentialdifferenzen) zusammengefasst hatten, wendeten sie auf diese eine zeitliche Faktorenanalyse an, die sechs „virtuelle Epochen“ ergab. Auf diese Weise konnten sie zwei verschiedene Komponenten differenzieren, die sich beide in unterschiedlich starkem Ausmaß durch die Zielreize und Novels auslösen ließen: Seltene Reize, die im Rahmen der Aufgabenstellung für die Versuchsperson bedeutsam sind (Targets) rufen demnach zwar eine kleine Novelty-P3 hervor, evozieren aber besonders die klassische P3-Komponente (P3-b) mit einem parietalen Amplitudenmaximum. Während die salienten (unerwarteten) Novels diese Komponente ebenfalls aufgrund ihrer Seltenheit evozieren, erzeugen sie darüber hinaus eine große frontal dominante

Komponente, auf die laut Meinung der Autoren der Begriff „Novelty P3“ beschränkt bleiben sollte.

In einer weiteren Analyse des zuvor genannten Experiments bezogen die Autoren (Spencer, Dien & Donchin, 2001) auch die Daten aus zwei passiven Oddball-Sequenzen mit ein, bei denen die Aufmerksamkeit der Teilnehmer durch Lesen oder ein Worträtsel von den Reizen abgelenkt wurde. Bei dieser zweiten Auswertung fanden die Autoren 15 räumliche Faktoren und 16 zeitliche Faktoren, mit denen weitere Analysen durchgeführt wurden. Neben einer Bestätigung der bereits in der ersten Auswertung gefundenen Resultate berichten die Autoren für die passive Bedingung, dass die abweichenden Reize ebenfalls eine kleine Novelty-P3 und je nach primärer Aufgabenstellung (Worträtsel) auch eine kleine Target-P3 hervorrufen (vgl. auch Friedman, Cycowicz und Gaeta, 2001). Aufgrund ihrer Ergebnisse ziehen die Autoren den Schluss, dass sich die Novelty-P3 deutlich von der Target-P3 differenzieren lässt, während die P3-a aus einer Überlagerung dieser beiden Komponenten in der passiven Oddball-Bedingung hervorgeht, wodurch sich auch ihr zentrales Maximum erklären ließe.

Katayama und Polich (1998) konnten belegen, dass eine Novelty-P3 auch mit einfachen auditorischen Reizen ausgelöst werden kann, wenn sie aufgrund ihrer Devianz von Standard- und Target-Reizen eine hohe Salienz besitzen. Sie verwendeten drei Töne als Standard ($p = 0.8$), Target ($p = 0.1$) und Non-Target ($p = 0.1$) und variierten die Unterschiede in der Tonhöhe zwischen den drei Reizen systematisch. Dabei fanden sie in allen Bedingungen eine Target-P3, die an zentralen und parietalen Elektroden am größten war. Ihre Latenz und Amplitude war abhängig von der Schwierigkeit der Aufgabe, die durch die Diskriminierbarkeit von Standard- und Target-Reiz bestimmt wurde. Waren die beiden Reize sehr ähnlich zueinander (Standard: 1940 Hz, Target: 2000 Hz), so verlängerte sich die Latenz, während sich die Amplitude verringerte. In dieser Bedingung konnte in Reaktion auf einen devianten Non-Target-Stimulus (970 Hz) eine weitere Komponente mit einem anterioren Maximum identifiziert werden, die von den Autoren als sensitiv für den Stimulus-Kontext und vergleichbar zur Novelty-P3 beschrieben wird: *„Hence, this manipulation of nontarget/standard stimulus tone context produced a task environment in which the nontarget stimulus quickly engaged focal attention in a manner similar to that observed previously for highly novel stimuli [...]. The anterior maximum nontarget P300 of the present study can, therefore, be considered as a manifestation of the P3a, which may be the same as novelty P300.“* (Katayama & Polich, 1998, p. 31)

Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen auch Comerchero und Polich (1999), die sowohl auditive als auch visuelle Reize untersuchten. Waren Target- und Standardreize leicht zu unterscheiden, so war die Target-P3 größer ausgeprägt als die P3 auf den Non-Target, der immer eine hohe Devianz zu den anderen beiden Reizen hatte. Beide Komponenten zeigten in dieser Bedingung ein parietales Maximum. Waren die Reizeigenschaften von Target und Standard dagegen sehr ähnlich, so ergab sich eine späte parietal dominante Komponente für

die Targets, während in Reaktion auf die Non-Targets eine frühere und größere Komponente an frontalen Elektrodenpositionen resultierte.

In einer erweiterten Replikationsstudie der Untersuchung von Katayama und Polich (1998) verwendeten Goldstein, Spencer und Donchin, (2002) sowohl ein klassisches Oddball-Paradigma, bei dem sie wie Katayama und Polich die Aufgabenschwierigkeit über die Unterscheidbarkeit der Töne manipulierten als auch ein Oddball-Paradigma mit drei Reizen, bei dem zusätzlich ein von Standard und Target leicht zu diskriminierender seltener Non-Target-Reiz vorgegeben wurde. Zusätzlich wurden in einer Bedingung bei leichter Unterscheidbarkeit von Standard und Target komplexe Umweltgeräusche als Novels eingestreut. Übereinstimmend mit den zuvor zitierten Befunden fanden die Autoren bei allen devianten Reizen eine (klassische) P3-b und eine Novelty-P3. Eine Erhöhung der Salienz der Non-Targets (großer Unterschied in der Tonfrequenz zu den anderen beiden Reizen, komplexe Novels) führte zu einer vergrößerten Amplitude dieser fronto-zentralen Komponente mit ähnlichem Latenzbereich wie die P3-b. Abschließend beschreiben die Autoren die Entstehungsbedingungen der Novelty-P3: „*For an event to elicit the Novelty P3 it has to: (a) be salient relative to the stimuli (or stimulus qualities) that are relevant to the task at hand; (b) not require an overt or covert response, or be irrelevant to the current task [...]; and (c) have low probability of occurrence.*” (Goldstein, Spencer & Donchin, 2002. p. 789)

Auch Simons, Graham, Miles und Chen (2001), die sich ebenfalls mit der Differenzierung einzelner Subkomponente der P3 beschäftigten, kommen anhand eingehender Analysen von experimentellen Replikationen der Studien von Squires et al. (1975) und Courchesne et al. (1975) zu dem Schluss, dass die Begriffe „P3-a“ und „Novelty P3“ dieselbe Komponente bezeichnen. Die Ergebnisse zweier Faktorenanalysen, die sie auf die in den unterschiedlichen Paradigmen erzeugten Komponenten anwendeten, ließen sich statistisch nicht voneinander trennen.

Im Gegensatz zu früheren Interpretationen der funktionellen Bedeutsamkeit der Novelty-P3 (vgl. Squires et al., 1975) wird sie in neueren Arbeiten mit der Orientierungsreaktion in Verbindung gebracht. (Friedman, Cycowicz & Gaeta, 2001). Dabei wird vermutet, dass sie einen bewussten Evaluationsprozess widerspiegelt und nicht die Detektion eines devianten Reizes per se, die auf einem prä-attentiven Level eher durch die MMN reflektiert werden soll. Für diese Interpretation spricht auch, dass in zahlreichen Studien eine schnelle Habituation der Komponente über eine relativ geringe Anzahl von Reizdarbietungen beobachtet werden konnte (für einen Überblick siehe Friedman, Cycowicz & Gaeta, 2001).

Eine etwas andere Interpretation liefern Näätänen (1990) und Rockstroh et al. (1989), die in der Komponente einen Aufmerksamkeitswechsel (*attention switch*) sehen, der durch eine Veränderung in der Umwelt ausgelöst wird und auf einer unbewussten Ebene stattfinden soll. Neben dieser möglichen Erklärung liefern Goldstein et al. (2002) eine weitere mögliche Erklärung, nach der die Novelty-P3 eine Inhibition einer Reaktion reflektiert, die nach der De-

tektion eines devianten Reizes automatisch abläuft. Innerhalb dieser flexibleren und weniger sequentiellen Sicht eines Informationsverarbeitungssystems könnte ein devianter Non-Target-Reiz aufgrund seiner Seltenheit in einer initialen Phase der Verarbeitung dieselbe Reaktion auslösen wie der Zielreiz (kleine P3-b). Während der weiteren Verarbeitung wird jedoch seine Unterschiedlichkeit vom Zielreiz erkannt, so dass eine bereits partiell initiierte Reaktion auf der Ebene des exekutiven Kontrollsystems inhibiert werden muss. Diese Inhibition manifestiert sich in der Novelty-P3. Studien, in denen eine reduzierte Novelty-P3 bei Patienten mit präfrontalen Läsionen beobachtet wurde, unterstützen diese These. Für die Novelty-P3 werden sowohl modalitätsspezifische als auch -unspezifische neurale Generatoren vermutet, wobei allerdings hauptsächlich Oddball-Paradigmen untersucht wurden, in denen die Versuchspersonen entweder offen (Tastendruck) oder verdeckt auf den Zielreiz reagieren sollten. In verschiedenen Studien zeigten sich hier Aktivierungen in präfrontalen Regionen, an der *Insula* und dem frontalen Operculum. Besonders präfrontale Bereiche gelten als relevant für die Kontrolle und Inhibition von motorischen Reaktionen, so dass sich auch hier eine Unterstützung der von Goldstein et al. (2002) formulierten Hypothese zur Entstehung der Novelty-P3 findet.

2.3.2.4.2 Target-P3 oder P3 b

Wie bereits erwähnt, weist die P3-b eine stärker parietale Verteilung in einem Latenzbereich zwischen 300 und 650 ms auf (vgl. Hruby & Marsalek, 2003). Snyder, Hillyard und Galambos (1980) stellten bei einem Modalitätsvergleich fest, dass diese Komponente bei visueller Stimulation längere Latenzen und größere Amplituden aufweist als bei auditorischen oder somatosensorischen Reizen. Hingegen waren die topographischen Verteilungen mit einer zentro-parietalen Dominanz bei allen drei Modalitäten ähnlich und wiesen Korrelationen von 0.82 bis 0.94 auf. Katayama und Polich (1999) kamen beim Vergleich visueller und auditorischer Stimuli, die jeweils innerhalb eines Oddball-Paradigmas mit drei Reizkassen (Standard, Target und Non-Target) präsentiert wurden, zu ähnlichen Ergebnissen. In beiden Modalitäten lösten die seltenen Target- und Non-Target-Reize eine parietal dominante Komponente aus, deren Amplitude und Latenz bei den visuellen Stimuli größer war als bei den akustischen.

Bisher sind die zahlreichen Daten, die zur Variation der P3-b mit psychologischen Faktoren erhoben wurden, sehr unterschiedlich interpretiert worden. Nach Donchin und Coles (1988) wird durch die Präsentation des abweichenden Reizes eine Aktualisierung des durch den häufigen Reiz etablierten Stimuluskontexts notwendig. Dieser als „*context updating*“ bezeichnete Aktualisierungsprozess innerhalb des Arbeitsgedächtnisses ist in den Parametern der P3 reflektiert: Seltene, neue und unerwartete Reize, die zu einer Umformulierung innerer Erwartungen führen, sollten demnach eine große P3-b auslösen. Die Amplitude der P3-b soll dabei die Aktivität in einem Limited-Capacity-System widerspiegeln, welches oftmals für verschie-

dene Aufgaben gleichzeitig zur Verfügung stehen muss. Seine Aktivität lässt sich daher auch durch die Art der Versuchsinstruktion manipulieren.

Johnson (1993) beschreibt folgendes Modell zum Zusammenhang von subjektiven Variablen und der Amplitude der P3-b:

$$\text{P300-Amplitude} = f (T (1/P + M))$$

T: Informationsübertragung

P: Subjektive Wahrscheinlichkeit

M: Reizbedeutung

Die Bedeutung dieser drei Variablen ist in zahlreichen Studien überprüft worden. Im Folgenden sollen die Ergebnisse getrennt für „Informationsübertragung“, „subjektive Wahrscheinlichkeit“ und „Reizbedeutung“ betrachtet werden.

Informationsübertragung

Ein wichtiger Faktor, der nach Sutton, Tueting, Zubin und John (1967) darüber bestimmt, wie stark sich subjektive Wahrscheinlichkeit und Reizbedeutung auf die Amplitude der P3-b auswirken können, ist der Informationsgehalt, der von der Versuchsperson aufgenommen wird. Die Autoren betonen den positiven Zusammenhang zwischen der Menge an Informationen, die ein Reiz beinhaltet, und der Reduktion von Unsicherheit über eine zuvor getroffene Entscheidung. Dabei unterstreichen sie, dass auch das Ausbleiben eines erwarteten Reizes zur Auslösung einer P3-Welle führen kann, wenn dies eine für die Versuchsperson wichtige Information darstellt.

In diesem Zusammenhang ist vor allem die Aufmerksamkeit entscheidend, die einem Reiz zugewendet wird, da sie dazu beiträgt, dass der Informationsgehalt des Reizes optimal genutzt werden kann. Beim Vergleich von aktiven und passiven Oddball-Bedingungen fanden sich wiederholt in der aktiven Bedingung größere P3-Amplituden als in der passiven (Näätänen, Simpson & Loveless, 1982; Spencer et al., 2001; Squires et al., 1975). Auch Bennington und Polich (1999) konnten diesen Aufmerksamkeitseffekt in einem Experiment nachweisen, in dem sie statt eines Oddball-Paradigmas ein „Stimulus-Sequenz-Paradigma“ verwendeten, um eine Habituation an die Target-Reize zu verhindern. Bei dieser Reizdarbietung werden jeweils nacheinander zehn Stimuli präsentiert, von denen die ersten fünf generell Standards sind. Der Zielreiz wird innerhalb einer Sequenz nur einmal vorgegeben und kann an einer der Positionen sechs bis zehn auftreten. Sowohl für auditorische als auch für visuelle Stimuli waren die Amplituden der P3-Komponente signifikant kleiner, wenn die Versuchsperson ihren Tagträumen nachging gegenüber der Aufgabe, jeden Zielreiz mit einer motorischen Reaktion zu beantworten.

Ebenso lösen Reize, die in einer Aufgabe zur selektiven Aufmerksamkeit in dem unbeachteten Kanal dargeboten werden, keine oder nur eine sehr geringe P3-b aus (Donchin et al., 1978; Näätänen, 1990; für einen Überblick siehe Pritchard, 1981). In die gleiche Richtung weisen auch die Befunde von Studien, in denen innerhalb eines aktiven Oddball-Paradigmas sowohl aufgabenrelevante Targets als auch irrelevante Non-Targets dargeboten wurden. Auch hier fanden verschiedene Autoren eine kleinere P3-b in Reaktion auf die zu ignorierenden Reize gegenüber den bedeutsamen Zielreizen (Comercho & Polich, 1999; Goldstein et al., 2002; Katayama & Polich, 1998, 1999).

Darüber hinaus hat auch die Komplexität der Aufgabe einen Einfluss darauf, wie viel Information eine Person aus dem Auftreten eines Reizes ziehen kann. In diesem Zusammenhang konnten Polich und Mitarbeiter (Comercho & Polich, 1999; Katayama & Polich, 1998) bei einer schwierigen Reizdiskrimination wiederholt kleinere P3-Amplituden feststellen, als bei einer einfachen (ebenfalls Fitzgerald & Picton, 1984). In dieselbe Richtung gehen die Ergebnisse von Nasman und Rosenfeld (1990). Sie präsentierten ihren Versuchspersonen im Rahmen mehrerer Oddball-Sequenzen jeweils eine Reihe von Zahlen und eine Buchstabenkombination, deren Informationsgehalt aufgrund ihrer Zugehörigkeit zu einer anderen Kategorie als besonders hoch eingeschätzt werden kann. Unabhängig davon, ob die Buchstaben als Targets oder Non-Targets definiert worden waren, lösten sie aufgrund ihrer kategoriellen Devianz größere P3-Amplituden aus als die Buchstaben. In diesem Kontext können vermutlich auch Arbeiten interpretiert werden, die einen Zusammenhang von P3 Amplitude und Stimulusintensität nachwiesen (für akustische Reize z.B. Sugg & Polich, 1995). Möglicherweise wird durch eine Erhöhung der Intensität die Salienz und damit der Informationsgehalt eines Reizes erhöht.

Ein weiterer Einflussfaktor, der Auftreten und Amplitude der P3 moduliert, ist die subjektive Reaktionssicherheit der Versuchsperson, die ebenfalls indirekt Aufschluss über Informationsgehalt der Reize bzw. subjektive Aufgabenschwierigkeit liefert. Studien, in denen die Wahrnehmungssensitivität mit einem „Signal-Detection-Paradigma“ erfasst wurde, zeigten, dass die P3-Amplitude für die *hits* mit zunehmender Trefferquote anstieg. Bei Trefferzahlen über 90 % verringerte sich die Amplitude allerdings wieder. Hierfür sind vermutlich Automatisierungsprozesse verantwortlich, die ein *updating* der seltenen Reize überflüssig machen. Eine P3 wurde auch bei *false alarms* abgeleitet, wenn die Versuchspersonen sicher waren, richtig zu antworten (Übersicht in Pritchard, 1981).

Subjektive Auftretenswahrscheinlichkeit

Eine invers proportionale Beziehung der Amplitude der P3 zur subjektiven Auftretenswahrscheinlichkeit eines Reizes wurde schon von vielen Autoren beschrieben (Donchin & Coles, 1988; Donchin et al., 1978; Katayama & Polich, 1998; Spencer et al., 1999; Squires et al., 1975; Sutton, Braren, Zubin & John, 1965). Diese subjektive Wahrscheinlichkeit wird sowohl

durch die Gesamtwahrscheinlichkeit eines Stimulus in einem Block als auch durch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieses Reizes innerhalb einer bestimmten Sequenz bestimmt, die zum Aufbau einer Erwartungshaltung bei der Versuchsperson führt. Definiert man eine Klasse von Stimuli als Zielreize („Targets“) und eine weitere als irrelevante Reize („Non-Targets“), so kann **jeder** Reiz der „Zielklasse“ eine P3-b auslösen. Die Reize der Non-Target-Klasse werden ebenfalls alle gleich behandelt, wobei jedem Reiz die Wahrscheinlichkeit der ganzen Klasse statt seiner Einzelwahrscheinlichkeit zugeschrieben wird (z.B. Mecklinger & Ullsperger, 1993).

Neben der objektiven Auftretenswahrscheinlichkeit hat auch das Interstimulus-Intervall einen Einfluss auf die subjektive Reizwahrscheinlichkeit und damit auf die Amplitude der P3-b. In einer Untersuchung von Karis, Fabiani und Donchin (1984) löste bei ISIs von sechs Sekunden jeder Reiz eine P3 aus. Die Autoren nehmen an, dass bei einem ISI dieser Länge die Zielreize nicht mehr vor dem Hintergrund des durch die Präsentation des Standardreizes etablierten Stimuluskontext wahrgenommen werden, sondern dass jeder Reiz ein seltenes Ereignis darstellt, das einen Aktualisierungsprozess im Kurzzeitgedächtnis erfordert.

Polich (1990) variierte in drei Experimenten das ISI von 2 bis 10 s sowie die Auftretenswahrscheinlichkeit des Target-Reizes von $p = 0.2$ bzw. 0.8 . Bei ISIs von 2 bis 3 s lösten die seltenen Target-Reize eine signifikant größere P3 Amplitude aus als die häufigen. Bereits ab einem ISI von 4 s ließ sich dieser Effekt nicht mehr nachweisen. Polich interpretiert diese Ergebnisse allerdings dahingehend, dass bei langen ISIs „Up-dating-Prozesse“ unbeeinflusst von vorhergehender Reizverarbeitung durchgeführt werden können und so alle zur Verfügung stehenden neuronalen Ressourcen zur Generierung der P3 genutzt werden können. *„With such long interstimulus intervals, memory-updating operations can occur in the absence of previous processing requirements and draw upon the full resource capabilities of the generating system so that P3 amplitude achieves a maximal level regardless of the target stimulus probability.“* (Polich, 1990, p. 401)

In einer weiteren Studie konnten Polich und Mitarbeiter (Polich, Eischen & Collins, 1994) erstmalig nachweisen, dass eine P3-Komponente auch ausgelöst werden kann, wenn statt des Oddball-Paradigmas nur Target-Reize präsentiert werden. Innerhalb des Oddball-Paradigmas wurden den Probanden in zwei Experimenten zwei leicht zu diskriminierende Töne als Standard (100 Hz) und Zielreiz (2000 Hz) mit der Aufgabe vorgegeben, auf den Target zu reagieren. Im „Single-Tone-Paradigma“ blieben die Abstände zwischen den Target-Reizen erhalten, während die Standardreize weggelassen wurden. Sowohl Latenz als auch Amplitude der durch die Target-Reize ausgelösten P3 war in beiden Bedingungen vergleichbar und variierte erwartungsgemäß mit der Reizwahrscheinlichkeit und dem ISI.

Reizbedeutsamkeit

Auch der Einfluss der Aufgabenrelevanz – als ein Aspekt der Reizbedeutung – auf die Amplitude der P3-b ist in vielen Studien bestätigt worden (vergleiche auch die Studien zu Target- und Non-Target-Unterschieden). Ein ebenfalls wichtiger Aspekt der Bedeutsamkeit eines Reizes, dem allerdings erst in neueren Arbeiten Rechnung getragen wurde, ist sein emotionaler Gehalt. Studien, die hierzu durchgeführt wurden, fanden häufig einen Einfluss der Variablen Arousal und Valenz auf die Amplitude der P3. Sie werden in Abschnitt 2.3.3 zur Modulation einzelner Komponenten des visuell ereigniskorrelierten Potentials (VEKP) durch emotionale Reize diskutiert.

Die Latenz der P3 soll nach Meinung vieler Autoren einen Indikator für die Stimulus-Evaluationszeit darstellen, wobei nicht angenommen wird, dass die P3-b diesen Prozess reflektiert, sondern dass die Evaluation erst abgeschlossen sein muss, bevor eine P3-b auftreten kann (siehe z.B. Donchin et al., 1978). Die Arbeitsgruppe um Donchin konnte in verschiedenen Untersuchungen zeigen, dass die Latenz der P3 maßgeblich von der Evaluationsdauer eines Reizes abhängt (z.B. Karis et al., 1984). Die Evaluationsdauer wurde hierbei in der Regel über einen variierenden Schwierigkeitsgrad der Kategorisierung eines Reizes operationalisiert (z.B. zwei Namen unterscheiden, Zielnamen in variierenden Namen identifizieren, Synonyme eines Begriffs identifizieren). Die Latenz der P3-b hängt also ebenfalls mit der Komplexität des Zielreizes und seiner Diskriminierbarkeit von irrelevanten Reizen zusammen und ist umso länger, je schwieriger die Aufgabe ist (Comercho & Polich, 1999; Katayama & Polich, 1998).

Die Latenz ist dabei weitestgehend unabhängig von der Reaktionsgeschwindigkeit, also der Einleitung einer Verhaltensreaktion auf einen Zielreiz hin. Eine Studie von Ilan und Polich (1999) belegt dies deutlich. Die Autoren leiteten das EKP ab, während die Versuchsperson einen Stroop-Test bearbeitete und auf jeden Reize eine manuelle Reaktion zeigen sollte. Es fand sich kein Zusammenhang zwischen der Latenz der P3 und der Reaktionszeit, die in Abhängigkeit von der Kongruenz der Reizparameter variierte.

Zusammenhänge von P3-Latenz und Reaktionsgeschwindigkeit ergeben sich nur dann, wenn die Probanden instruiert werden, die Aufgabe „so korrekt wie möglich“ (im Gegensatz zu „so schnell wie möglich“) zu erfüllen. Donchin argumentiert, dass bei Schnelligkeitsinstruktion die Versuchsperson ihre Entscheidung möglicherweise auf der Grundlage „vorläufiger“ Daten trifft, wobei allerdings interessant ist, dass auch bei der Instruktion „so korrekt wie möglich“ Versuchspersonen bereits vor dem *onset* der P3 reagierten. Donchin, Gratton, Dupree und Coles (1988) fanden weiterhin heraus, dass Probanden nach einer falschen Reaktion weniger häufig einen Fehler machten und längere Reaktionszeiten zeigten, also möglicherweise mehr Sorgfalt auf die Erledigung der Aufgabe verwandten. Da die P3-Latenz in Trials mit falschen Reaktionen verzögert auftrat, nehmen Donchin et al. (1988) an, dass die P3 auch antizipatorische Funktion hat.

Von der Arbeitsgruppe um Sutton (1965, 1967), konnte in mehreren Experimenten gezeigt werden, dass die Latenz dieser Komponente in Zusammenhang mit der Zeit variierte, die zwischen einem Hinweistone und dem erwarteten Zielreiz verstrich. In einem der Experimente sollten die Probanden nach dem Auftreten eines Hinweistones angeben, ob sie einen zweiten Ton innerhalb einer „kurzen“, „mittleren“ oder „langen“ Zeitspanne erwarteten. Das ISI zwischen beiden Tönen konnte dabei 180, 580 oder 980 ms betragen. Insgesamt konnten die Versuchspersonen also in drei Fällen richtig raten, während ihre Antworten in sechs Fällen inkorrekt waren.

Wurde der Zielton früh erwartet, so lieferte sein Ausbleiben nach 180 ms die Information, dass die Einschätzung falsch gewesen war, unabhängig davon, ob nach 580 oder 980 ms ein Ton zu hören war. Bei der Annahme einer längeren Zeitspanne erhielten die Probanden jeweils durch das Auftreten des Zieltones zu einem früheren Zeitpunkt eine Rückmeldung über die Inkorrektheit ihrer Annahme. In den gemittelten Potentialen zeigte sich sowohl bei richtigen als auch bei falschen Antworten eine späte Positivierung, deren Beginn mit dem Zeitpunkt einherging, zu dem die benötigte Information verfügbar war. Wurde die Unsicherheit der Versuchsperson durch das Auftauchen eines Tones beendet, so ergab sich ein schmaler Peak mit großer Amplitude. Wurde die nötige Information jedoch aus dem Ausbleiben eines Tones zum erwarteten Zeitpunkt gewonnen, so war die Form der Komponente deutlich flacher. Sutton et al. (1967) begründen dies damit, dass ein Ton immer zu einem definierten Zeitpunkt auftrat, so dass bei einer Mittelung die entsprechenden Potentiale auch übereinander gelegt werden konnten. Bezogen die Probanden ihre Informationen aber aus dem Nicht-Auftreten des Tones, so mussten sie sich auf ihr internes Zeitgefühl verlassen. Aus diesem Grund kann es bei den einzelnen Versuchspersonen zu leichten Verschiebungen in der Latenz der P3 gekommen sein, die sich bei einer Mittelung in einer langgezogenen, flachen Welle widerspiegeln.

2.3.2.5 N4

Im Rahmen der Priming-Forschung wird häufig eine negative Komponente beschrieben, die bei visuellen Stimuli in einem Latenzbereich von 300 bis 600 ms im zentro-parietalen Bereich beobachtet werden kann (z.B. Deacon et al., 1991). Unter *priming* versteht man die Erleichterung (*facilitation*) der Wahrnehmung eines (Ziel-)Reizes durch die unmittelbar vorher stattfindende Darbietung eines ähnlichen Reizes. Durch den zuerst präsentierten Reiz wird also eine Erwartungshaltung gegenüber dem nachfolgenden Reiz aufgebaut. Passt der zweite Reiz jedoch nicht zum ersten (da er beispielsweise einer anderen semantischen Kategorie angehört), so lässt sich im EKP eine Negativität detektieren, die als „N4“ oder „N400“ bezeichnet wird und den Grad der Abweichung beider Reize widerspiegelt. Die ersten Studien zur N400-Komponente stammen von Kutas und Hillyard (1980, 1984) und wurden mit Wortstimuli durchgeführt, wobei der Zielreiz entweder in den semantischen Kontext der *primes* passte

oder nicht. In der ersten Studie (Kutas & Hillyard, 1980) führten die Autoren insgesamt drei Experimente durch, bei denen den Versuchsteilnehmern jeweils 160 Sätze wortweise vorgegeben wurden. Das letzte Wort war im ersten Experiment in 25 % der Trials moderat inkongruent zum Satzkontext, im zweiten Experiment war die semantische Inkongruenz noch stärker. Im dritten Experiment waren alle Worte semantisch zum Satzkontext passend, waren aber im Gegensatz zum Satzanfang in Großbuchstaben geschrieben. Syntaktisch waren diese „Abschlussworte“ in allen Sätzen korrekt. Bei einem semantisch inkongruenten Abschlusswort konnten die Autoren eine Negativität beobachten, die bereits nach 250 ms einsetzte und bei 400 ms die stärkste Ausprägung zeigte. Diese von den Autoren als N400 bezeichnete Komponente war bei stark inkongruenten Reizen in Experiment zwei an allen Elektrodenpositionen (F_z , C_z , P_z) größer als bei den moderat inkongruenten Worten in Experiment eins. Bei den in der Größe abweichenden Stimuli des dritten Experimentes konnte keine N400, sondern eine Reihe positiver Komponenten festgestellt werden, die der P2 sowie P3-a und P3-b entsprechen könnten. Die Autoren interpretieren die N400 als spezifische Komponente, die kognitive Prozesse höherer Ordnung widerspiegelt und argumentieren gegen eine Sichtweise der N400 als eine verzögert auftretenden N2 (für eine ausführliche Diskussion der Beziehung der beiden Komponenten siehe Deacon et al., 1991).

In einer weiteren Studie (Kutas & Hillyard, 1984) fanden die Autoren einen Zusammenhang der Amplitude der N400 mit der Stärke der Inkongruenz zwischen Abschlusswort und Satzanfang. Dabei präsentierten sie ihren Probanden wiederum wortweise Sätze, die mit Hilfe der sogenannten „Cloze-Prozedur“ erstellt worden waren. Bei diesem Verfahren werden einer großen Anzahl von Personen Satzanfänge dargeboten, zu denen sie ein Abschlusswort generieren sollen. Die „Cloze-Wahrscheinlichkeit“ ist definiert als der prozentuale Anteil an Personen, die ein bestimmtes Abschlusswort angeben. In der Studie von Kutas und Hillyard (1984) wurde sowohl die Cloze-Wahrscheinlichkeit in drei Stufen variiert (hoch, mittel, niedrig) als auch der Kontext des Satzanfanges so manipuliert, dass die Vorhersagbarkeit bestimmter Abschlussworte hoch, mittel oder niedrig war. Beispielsweise konnte der Satz „*He liked lemon and sugar in his...*“ mit den Worten „*tea*“ oder „*coffee*“ abgeschlossen werden. In Abhängigkeit von der Cloze-Wahrscheinlichkeit konnte posterior eine große negative Verschiebung in einem Latenzbereich von 300 bis 500 ms detektiert werden, die keinen Zusammenhang zum Satzkontext aufwies. Die Korrelationen der Amplitude der N400 mit der Cloze-Wahrscheinlichkeit variierten dabei je nach Elektrodenposition zwischen 0.75 und 0.94. Die Autoren nehmen an, dass nicht die Inkongruenz eines Wortes zum Satzkontext per se für die Entstehung der N400 verantwortlich ist, sondern betonen, dass die N400-Amplitude „*appears to vary systematically as an inverse function of word expectancy, operationally defined here in terms of Cloze probability.*“ (Kutas & Hillyard, 1984, p. 162)

Wesensten und Badia (1992) fanden einen ähnlichen N400-Effekt, wenn ein einzeln dargebotenes Wort nicht in eine zuvor präsentierte Kategorie passte. Wurde beispielsweise nach der Kategoriebezeichnung „Frucht“ das Wort „Apfel“ präsentiert, kam es zu einer kleineren

N400-Komponente als bei der Darbietung von „Welpen“. Insgesamt fand sich hier ein frontozentrales Maximum der Komponente.

Neuere Arbeiten konnten einen N400-Effekt auch für andere Stimuli nachweisen. Mc Pherson und Holcomb (1999) präsentierten ihren Versuchsteilnehmern beispielsweise Farbfotografien realer Objekte, die unterschiedlich eng miteinander assoziiert waren und fanden eine Vergrößerung der N4-Amplitude, wenn die Reize keine semantische Beziehung zueinander aufwiesen. Die topographische Verteilung der Komponente zeigte in dieser Arbeit eine zentro-parietale Dominanz und schien frontal durch eine frühere Komponente überlagert zu werden, die von den Autoren als „N300“ bezeichnet wurde. Es wird angenommen, dass die N400 einen modalitätsunabhängigen Prozess der Integration semantischer Informationen in eine übergeordnete konzeptuelle Repräsentation darstellt. Für die N300 vermuten die Autoren, dass sie einen ähnlichen Verarbeitungsprozess reflektiert, der allerdings modalitätsspezifisch für Objekte oder Bildstimuli ist.

Eine Reihe von Studien belegt, dass es auch zu Priming-Effekten kommen kann, wenn die beiden Reize über verschiedene Modalitäten dargeboten werden. In einer Studie von Grigor (1995) wurden Nahrungserüche als *primes* eingesetzt und die Versuchspersonen sollten entscheiden, ob die nachfolgend präsentierten Farbfotografien von Lebensmitteln zu den Gerüchen passten oder nicht. Die größte N400-Amplitude konnte wiederum ausgelöst werden, wenn das Bild nicht in den durch den Geruch hergestellten semantischen Kontext passte. Zu vergleichbaren Ergebnissen mit nicht nahrungsbezogenen Gerüchen und Bildern kamen auch Grigor, Van Toller, Behan und Richardson (1999) sowie Sarfarazi, Cave, Richardson, Behan und Sedgwick (1999). In der letztgenannten Studie wurden die beiden Reize dabei aber nicht nacheinander dargeboten wie in den Arbeiten von Grigor et al., sondern die Bildpräsentation fand vor dem Hintergrund einer anhaltenden olfaktorischen Stimulation statt.

2.3.2.6 pSW

In Arbeiten zur emotionalen Informationsverarbeitung mit visuellem Reizmaterial (vgl. Abschnitt 2.3.3) wurde häufig eine späte Komponente beschrieben, die als „*positive Slow Wave* (pSW)“ bezeichnet wird. Sie ist gekennzeichnet durch eine langanhaltende Positivierung, die bereits in einem Zeitfenster von 200 bis 400 ms beginnen kann (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer & Lang, 2000; Naumann, Bartussek, Diedrich & Laufer, 1992) und oft zwischen 600 und 1200 ms ein Maximum erreicht (Dolcos & Cabeza, 2002; Keil, Bradley, Hauk, Rockstroh, Elbert & Lang, 2002; Naumann et al., 1992; Diedrich, Naumann, Maier, Becker & Bartussek, 1997). Die Rückkehr des Potentials zur Baseline kann dabei einen Zeitraum von mehreren Sekunden einnehmen (Cuthbert et al., 2000; Kayser, Tenke, Nordby, Hammerborg, Hugdahl & Erdmann, 1997). Interpretiert wird die pSW von vielen Autoren als Korrelat einer tiefergehenden kognitiven Verarbeitung emotionaler Reize, denen aufgrund ihrer motivationalen Bedeutung eine erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt wird

(Cuthbert et al., 2000; Keil, Bradley, Hauk, Rockstroh, Elbert & Lang, 2002; Mini, Palomba & Angrilli, 1996). Möglicherweise besteht allerdings auch diese Komponente aus verschiedenen Subkomponenten, denen unterschiedliche Prozesse zugrunde liegen. Während in mehreren Studien eine fronto-zentrale Dominanz detektiert werden konnte (Diedrich et al., 1997; Naumann, Maier, Diedrich, Becker & Bartussek, 1997; Schupp, Cuthbert, Bradley, Cacioppo, Ito & Lang, 2000), fanden andere Autoren (zusätzlich) ein lokales Maximum an parietalen Elektroden, das auf eine Überlagerung mit der P3 hindeutet (Dolcos & Cabeza, 2002; Keil et al., 2002). In anderen Arbeiten wiederum konnten keine topographischen Unterschiede festgestellt werden (Cuthbert et al., 2000; Kayser et al., 1997). Der fronto-zentrale Anteil der pSW reflektiert nach Meinung der Arbeitsgruppe um Naumann (Diedrich et al., 1997; Naumann et al., 1992) die Aktivierung eines Kontrollsystems, das gegenregulatorisch auf motorische Areale wirkt, welche im Rahmen der emotionalen Informationsverarbeitung aktiviert werden. Da die Aktivität der motorischen Areale zu situationsunangemessenen Bewegungen führen würde, muss nach Meinung der Autoren eine Inhibition stattfinden, die ein adaptives Verhalten ermöglicht. In den parietalen Anteilen der Komponente sehen die Autoren dagegen die weiterführende Verarbeitung komplexer Stimuli. Somit stimmen sie hierin mit der allgemeinen Interpretation der pSW als Korrelat einer erhöhten Aufmerksamkeitszuwendung auf motivational bedeutsame Reize überein.

2.3.3 Modulation des VEKPs durch emotionale Reize

Innerhalb der letzten 15 Jahre wurden in zunehmendem Maße Studien zur emotionalen Informationsverarbeitung durchgeführt. Dabei wurde der Einfluss der Stimmung auf die Verarbeitung emotionaler Reize überprüft, Enkodierungs- und Abrufprozesse bei affektiven Gedächtnisinhalten untersucht und die Wahrnehmung und Weiterverarbeitung verbaler und visueller emotionaler Stimuli mittels verschiedener Verfahren analysiert. In den folgenden Abschnitten sollen Untersuchungen dargestellt werden, in denen im Rahmen verschiedener Paradigmen EKPs in Reaktion auf emotionale Reize aufgezeichnet wurden. Dabei konnten neben Unterschieden in der Verarbeitung zwischen emotionalem und neutralem Reizmaterial wiederholt auch Unterschiede in der Wahrnehmung und Evaluation zwischen positiven und negativen Stimuli beobachtet werden.

2.3.3.1 Studien mit verbalem Stimulusmaterial

In einer der ersten Studien mit emotionalen Wortstimuli untersuchten Naumann, Bartussek, Diedrich und Laufer (1992) den Einfluss einer emotional fokussierten gegenüber einer nicht emotionalen Verarbeitung auf die Amplituden der P3 und der pSW. Sie präsentierten den Teilnehmern emotional bedeutsame (je 30 positive und negative) oder neutrale Adjektive für eine Dauer von 125 ms. Dabei bestand die Aufgabe der Probanden entweder darin, die Anzahl der Buchstaben eines Wortes anzugeben (strukturelle Aufgabe) oder das Adjektiv hinsichtlich

seiner emotionalen Valenz zu klassifizieren (affektive Aufgabe). Für die P3 und die pSW ergaben sich an der Position F_z (in einer Pilotstudie auch an C_z) bei der affektiven Aufgabe größere Amplituden als bei der strukturellen, wobei beide Komponenten nur bei der strukturellen Aufgabe eine parietale Dominanz zeigten.

Für die P3 (300 – 700 ms) fand sich in **beiden** Bedingungen eine vergrößerte Amplitude für die emotionalen im Vergleich zu den neutralen Adjektiven. Ihre Unabhängigkeit von der Art der Aufgabenstellung, sehen die Autoren als Hinweis für eine automatische Überprüfung der Umwelt auf emotional bedeutsame Reize, die eine kontrollierte Verarbeitung erfordern, um adaptives Verhalten zu gewährleisten.

Die Untersuchung der frontalen pSW (700 – 1200 ms) zeigt, dass der positive *shift* des Potentials in dieser Studie bereits 250 ms nach Reizbeginn beobachtet werden konnte und in dem Zeitfenster von 550 bis 1100 ms ein Maximum erreichte. Die Autoren interpretieren die Abhängigkeit der Amplitude der pSW von der Aufgabenstellung als Beleg für die Aktivierung getrennter Verarbeitungssysteme bei beiden Aufgaben. Ihrer Meinung nach ergab sich die frontale Positivierung bei der affektiven Aufgabe aufgrund des emotionalen Kontextes auch für die neutralen Wörter. Als mögliche Erklärung für die positive Verschiebung nehmen die Autoren die Aktivität eines kognitiven Kontrollsystems an, „*which serves in a supervisory, executive role to the more posterior brain regions associated with emotion.*“ (Naumann et al., 1992, p. 294). Zusammenfassend sehen sie ihre Ergebnisse als den Beleg zweier unabhängiger Prozesse: Eine frontale Positivierung, die eine emotionale Reizverarbeitung widerspiegelt und einen parietalen „Arousal-Effekt“, der die Amplitude der P3 moduliert.

Nicht in allen Studien fanden sich die beschriebenen Effekte der emotions-fokussierten Verarbeitung oder des emotionalen Reizgehalts auf die späten Komponenten P3 und pSW. Beispielsweise konnten Naumann, Maier, Diedrich, Becker und Bartussek (1997) in einem Experiment mit negativen und neutralen Subjektiven und einer strukturellen, semantischen und emotionalen Verarbeitungsaufgabe ihre vorherigen Ergebnisse (Naumann et al., 1992) nicht replizieren. Als mögliche Erklärung geben die Autoren die geringere Anzahl an emotionalen Reizen sowie den kleineren Variationsbereich der Valenz in dieser Studie verglichen mit der ersten (Naumann et al., 1992) an.

Chung, Tucker, West, Potts, Liotti, Luu und Hartry (1996) überprüften mittels eines raffinierten Versuchsdesigns, ob sich der sogenannte „N400-Effekt“ (vgl. Abschnitt 2.3.2.5), der als Maß für die semantische Kongruenz von zwei Reizen angesehen werden kann, auch für emotionales Material finden lässt. Sie boten ihren Versuchsteilnehmern 120 kurze Geschichten über Lebensereignisse dar und zeichneten jeweils das EKP auf das letzte Wort auf, das die Versuchsperson separat aufrufen und dann für 2 s betrachten konnte. Bei einem Drittel der Geschichten handelte es sich jeweils um ein Wort, das einen positiven oder negativen Ausgang repräsentierte, während das letzte Drittel der Geschichten durch semantisch inkongruente Worte beendet wurde. Die einzelnen Geschichten wurden

randomisiert dargeboten und für jede Versuchsperson wurde das Abschlusswort, zufällig aus einer der drei Kategorien ausgewählt, um eine Konfundierung von Anfang und Ende der Geschichte zu vermeiden. Um den Einfluss des emotionalen Zustands der Versuchsteilnehmer zu untersuchen, wurde jeweils die Hälfte der Probanden gebeten, sich durch persönliche Erinnerungen in eine positive bzw. negative Stimmung zu versetzen und dementsprechend eine optimistische bzw. pessimistische Einstellung bezüglich des Ausgangs der Geschichten aufrechtzuerhalten. Es wurde angenommen, dass es zu größeren N400-Amplituden kommen sollte, wenn sich der Ausgang der Geschichte als inkongruent zu der Erwartung der Versuchsperson erwies im Gegensatz zu einem erwartungs-kongruenten Geschichtsabschluss. Bei einer semantischen Inkongruenz zwischen Geschichte und Abschlusswort sollten insgesamt größere Amplituden auftreten als bei den positiven und negativen Worten, die semantisch korrekt waren. Erwartungsgemäß ergab sich dieser typische N400-Effekt mit größeren Amplituden für semantisch unpassende im Vergleich zu semantisch kongruenten Abschlussworten.

Bezogen auf die Erwartungshaltung der Teilnehmer fand sich der angenommene Effekt sowohl bei den Versuchspersonen mit optimistischer Erwartung als auch bei den Probanden mit pessimistischer Einstellung. Dabei ergaben sich in der erstgenannten Gruppe besonders medio-frontal größere N400-Amplituden auf erwartungs-inkongruente (negative) als auf kongruente Geschichtsausgänge. Für Versuchspersonen mit pessimistischer Stimmung traten dagegen an posterioren Positionen deutliche Unterschiede zwischen den erwarteten und den unerwarteten Abschlussworten auf. Diese Ergebnisse belegen auf neuronaler Ebene, dass die Verarbeitung emotionaler Reize durch die subjektive Erwartungshaltung einer Person beeinflusst wird. Somit können dieselben Ereignisse (positiver oder negativer Ausgang einer Geschichte) je nach (intentional etabliertem) emotionalem Kontext als kongruent oder inkongruent wahrgenommen werden. Die aus dem emotionalen Kontext resultierende Erwartungshaltung sehen die Autoren als eine primitive, holistische Repräsentation auf der Ebene limbischer Strukturen an, wobei die Übereinstimmung zwischen einem Reiz und dieser Repräsentation durch die Amplitude der N400 reflektiert wird.

2.3.3.2 Studien mit piktoralem Stimulusmaterial

2.3.3.2.1 Bilder aus dem IAPS

Mini, Palomba, Angrilli und Bravi (1996) untersuchten die Komponenten P3 und N4 auf emotionale Bildstimuli. Die Autoren zeigten ihren Versuchsteilnehmern neutrale sowie positive und negative emotionale Farbfotografien aus einer frühen Version des „International Affective Picture Systems“ (IAPS, neuere Version: Lang, Bradley & Cuthbert, 1999; vgl. Abschnitt 4.2.2.2.1). Diese Sammlung von Bildern wurde anhand großer Stichproben mittels eines speziell für die Untersuchung affektiven Materials entworfenen Fragebogens, dem „Self

Assessment Manikin“ (SAM; Hodes, Cook & Lang, 1985; Lang, 1980; für eine ausführlichere Darstellung siehe Abschnitt 4.2.2.3.7) hinsichtlich der Valenz normiert. Während der Ableitung des EEGs von den Positionen F_z , C_z und P_z wurden die Bilder für zwei Sekunden mit einem visuellen Winkel von 34° präsentiert. Für die P3 (Latenzbereich: 300 – 400 ms), die eine parietale Dominanz aufwies, zeigten sich sowohl bei Bildern positiver als auch negativer Valenz größere Amplituden als bei neutralen Stimuli. Als zusätzlichen Befund nennen die Autoren eine bei positiven gegenüber negativen Bildern vergrößerte P3-Amplitude, die allerdings nur auf einem α -Niveau von 6 % signifikant wurde.

Dieses Ergebnis ist konsistent zu früheren Arbeiten zur emotionalen Reizverarbeitung, bei denen ebenfalls größere P3-Amplituden für emotionale gegenüber neutralen Bildern gefunden wurden (z.B. Johnston, Miller & Burlison, 1986; Johnston & Wang, 1991). In Übereinstimmung mit anderen Arbeitsgruppen (vgl. Cuthbert et al., 2000; Naumann et al., 1992; Diedrich et al., 1997) interpretieren Mini et al. (1996) ihren Befund als Manifestation eines „Arousal-Effektes“ und einer tieferen kognitiven Verarbeitung emotionaler Reize.

Weiterhin fanden die Autoren eine verkleinerte Amplitude der N4 (400 – 500 ms) bei den emotionalen im Gegensatz zu den neutralen Bildern, für die sie zwei mögliche Erklärungen vorschlagen: Zum einen kann im Rahmen der Interpretation der N4 als „Inkongruenz-Detektor“ angenommen werden, dass die Probanden die neutralen Bilder ($N = 21$) als inkongruent zum emotionalen Kontext der Studie erlebt haben. Es wurden nämlich überwiegend emotionale Bilder (je 26 positive und negative) dargeboten, die aufmerksam betrachtet werden sollten. Diese Interpretation kann als konsistent mit den Befunden der Arbeitsgruppe um Tucker (Chung et al., 1996) betrachtet werden, die ebenfalls eine Abhängigkeit der N4-Amplitude vom individuellen emotionalen Kontext feststellen konnte. Eine weitere mögliche Erklärung liegt in einer tiefergehenden kognitiven Verarbeitung der affektiven Reize, die sich in einer geringeren Negativierung zeigen soll. Diese fehlende Negativierung des EKPs bei emotionalen Reizen könnte auch durch eine Überlagerung mit einer langsamen positiven Verschiebung – wie der pSW – entstehen. Wie bereits erwähnt, kann diese Positivierung bereits in einem Bereich von 400 ms (und früher) einsetzen, wobei die anschließende Rückkehr des Potentials auf das Baseline-Niveau sich über einen längeren Zeitraum von mehreren Sekunden erstrecken kann.

In einer weiteren Studie der Arbeitsgruppe um Naumann überprüften die Autoren (Diedrich, et al., 1997), ob sich die für Worte gefundenen Ergebnisse (Naumann et al., 1992) auch auf emotionale Bildreize übertragen lassen. Sie präsentierten ihren Probanden je 20 positive, negative und neutrale Bilder aus dem IAPS und baten die Teilnehmer, entweder eine strukturelle Aufgabe zu bearbeiten (Linien zählen, die in das Bild eingebettet waren) oder die Bilder hinsichtlich ihrer Valenz den drei Klassen zuzuordnen (emotions-fokussierte Aufgabe). Die Bilder wurden für eine Zeit von 500 ms mit einem visuellen Winkel von 9.5° gezeigt, während das EEG von neun Elektroden abgeleitet wurde. Die Autoren fanden eine langsame po-

sitive Potentialverschiebung, die frontal bereits ab 450 ms nach Reiz-Onset sichtbar wurde. Ab 900 ms poststimulus kam es zu einer Verschiebung des Amplitudenmaximums von parietal nach frontal. Während die Amplitude an den zentralen und parietalen Elektroden um 700 ms ihren Gipfel erreicht hatte und dann wieder abnahm, war der Amplitudenzuwachs frontal im Bereich von 700 bis 1000 ms am größten, so dass ab 1000 ms frontal die größten Amplituden auftraten. Im Gegensatz zur Vorgänger-Studie fand sich dieses Muster allerdings für **beide** Verarbeitungsbedingungen, wobei in der Zeit von 600 bis 1400 ms diese Positivierung bei der emotions-fokussierten Aufgabe an allen Positionen größer war. Als mögliche Erklärung für das späte frontale Amplitudenmaximum (ab 1000 ms) in **beiden** Bedingungen geben die Autoren an, dass der emotionale Reizgehalt bei Bildern als höher eingeschätzt werden kann als bei Wortstimuli und die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen durch die strukturelle Aufgabe nicht stark genug von der emotionalen Qualität der Reize abgelenkt werden konnte.

In dem Zeitbereich von 400 bis 600 ms ergab sich frontal ein deutlicher linearer Valenzeffekt bei der emotions-fokussierten Aufgabe. Dabei wurden für negative Bilder die kleinsten und für positive Bilder die größten Amplituden beobachtet, während die Amplituden in Reaktion auf neutrale Bilder dazwischen lagen.

In dem anschließenden Zeitfenster von 600 bis 800 ms, in dem die Autoren bei 720 ms einen distinkten Peak detektierten, den sie als P3 interpretieren, fand sich an allen Elektroden der allgemeine „Arousal-Effekt“ mit größeren Amplituden für emotionale (positive und negative) gegenüber neutralen Bildern.

In Übereinstimmung mit ihrer ersten Studie (Naumann et al., 1992) nehmen die Autoren eine deutliche Trennung frontaler und parietaler Prozesse an, wobei sie in der parietalen Positivierung die Weiterführung der Verarbeitung komplexer Stimuli sehen. Die frontale Positivierung reflektiert dagegen ihrer Meinung nach eine Inhibition motorischer Reaktionen, die durch die Verarbeitung emotionaler Stimuli initiiert wird und unterbunden werden muss, da sie nicht situationsangemessen ist.

In einer Replikation dieser Studie (Naumann et al., 1997), in der die Autoren zusätzlich den Einfluss der Darbietungszeit auf die beiden Komponenten untersuchten, konnten die Ergebnisse zur Amplitude der P3 bestätigt werden. Außerdem wurde auch hier eine frontale Positivierung beobachtet, wobei aber keine Unterschiede durch die Art der Verarbeitung auftraten. Dies führen die Autoren wiederum auf die unvollständige Ablenkung der Aufmerksamkeit vom emotionalen Reizgehalt der Bilder durch die strukturelle Aufgabe zurück. Somit könnte die oben beschriebene Gegenregulation, die besonders frontal zu Unterschieden zwischen beiden Aufgaben führen sollte, in beiden Verarbeitungsbedingungen stattgefunden haben. Eine eindeutige Erklärung der Funktionalität der frontalen Positivierung ist laut der Autoren aber nicht möglich, da auch andere Erklärungen für den fehlenden Unterschied denkbar sind.

Die Darbietungszeit hatte – bis auf den Zeitbereich der N1/P2, in dem die Komponenten bei einer Reizdauer von mehr als 500 ms durch den Reiz-Offset moduliert werden – keinen Einfluss auf den Potentialverlauf.

Auch Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer und Lang (2000) untersuchten die Reizverarbeitung bei emotionalen Bildern. Sie boten ihren Versuchsteilnehmern je 18 Bilder mit positiver, negativer und neutraler Valenz aus dem IAPS (Lang et al., 1999) dar. Bezogen auf das Arousal waren die Werte der emotionalen Bilder, die sich bei positiven und negativen Stimuli nicht voneinander unterschieden, größer als die Werte der neutralen Bilder. Die Bilder wurden für 6 s mit einem visuellen Winkel von etwa 25° präsentiert und sollten anschließend von den Probanden auf bipolaren Skalen des SAM-Fragebogens (für eine ausführliche Darstellung siehe Abschnitt 4.2.2.3.7) hinsichtlich Valenz und Arousal eingeschätzt werden. Im Rahmen der EKP-Ableitung detektierten die Autoren eine positive Welle (pSW), deren initiale Phase in einem Latenzfenster von 700 bis 1000 ms lag und sich bis zu einem Zeitraum von 5 s nach Stimulus-Onset fortsetzte. In dem Latenzbereich von 700 bis 1000 ms zeigte die pSW eine stärkere Ausprägung für emotionale im Vergleich zu neutralen Bildern, die noch bis 5 s nach Reizbeginn erhalten blieb. Dabei ergaben sich keine Hinweise auf Unterschiede bezüglich der Lokalität. Die Autoren nehmen an, dass emotionale Reize aufgrund ihrer motivationalen Bedeutsamkeit einer anhaltenden, attentiven, perzeptuellen Verarbeitung unterzogen werden und dass sich dieser Prozess in der pSW manifestiert.

Weiterhin fanden die Autoren in dieser Studie auch einen Einfluss des emotionalen Reizgehalts auf die Amplitude der klassischen P3 (300 – 400 ms) dergestalt, dass positive Bilder zu einer größeren Positivität gegenüber neutralen und negativen Bildern führten (vgl. auch Pause & Krauel, 2000). Wie auch Mini et al. (1996) interpretieren Cuthbert et al. (2000) diesen Befund im Sinne eines „Arousal-Effektes“. Dabei weisen sie darauf hin, dass trotz gleicher subjektiver Arousal-Beurteilungen die positiven Bilder in dieser Studie einen höheren Anstieg der Hautleitfähigkeit herbeiführten als die negativen und betonen, dass diese Reaktion des autonomen Nervensystems ein besseres Korrelat des biologischen Arousals darstellt als die verbale Beurteilung.

Eine weitere Übereinstimmung zu der Studie von Mini et al. (1996) zeigt sich darin, dass Cuthbert et al. (2000) im Zeitbereich von 400 bis 700 ms eine negative Potentialverschiebung an frontalen Elektrodenpositionen registrieren konnten, die für die positiven Bilder weniger ausgeprägt war als für die anderen beiden Bildkategorien.

Die positiven Bilder schienen also – im Vergleich zu den neutralen oder negativen Bildern – eine frühere Positivierung des EKPs herbeizuführen, die möglicherweise durch das höhere Arousal bei dieser Bildklasse erklärt werden kann. Dabei begann diese Positivierung bereits in einem Zeitbereich von 200 bis 300 ms, so dass auch die Amplitude der P2 bereits eine stärkere Positivierung für positive als für neutrale und negative Bilder aufwies.

In einer Studie, in der die Enkodierung emotionaler Inhalte untersucht wurde (Dolcos & Cabeza, 2002), fanden die Autoren allerdings ebenfalls sowohl Effekte des Arousals als auch der Valenz der Stimuli, die nicht nur auf das Arousal zurückgeführt werden können. In jeweils sechs Lern- und Testphasen sollten insgesamt 180 Bilder aus dem IAPS zunächst enkodiert und anschließend erinnert werden. In der Lernphase, in der die EEG-Ableitung stattfand, wurde jedes Bild jeweils für 2 s gezeigt. In der anschließenden Testphase sollten die Probanden in einem Zeitraum von sechs Minuten jedes erinnerte Bild kurz schriftlich beschreiben. Bei der Auswertung der EKP-Daten konnten auf diese Weise sowohl Mittelwerte für die einzelnen Bildklassen (positiv, negativ, neutral) berechnet werden als auch eine Unterteilung in ERP-Daten von später erinnerten und nicht erinnerten Bildern vorgenommen werden. Insgesamt wurden erwartungsgemäß mehr Bilder mit emotionalem als mit neutralem Inhalt erinnert. In dem Latenzbereich der pSW (800 – 1200 ms) konnte sowohl im frontalen als auch im parietalen Bereich der bekannte Arousal-Effekt nachgewiesen werden: Für positive und negative Bilder war die Positivierung größer als für neutrale Stimuli. In dem Zeitbereich der P3-b (500 – 800 ms) zeigten sich jedoch fronto-zentral (FC_z) und parietal (P_z) unterschiedliche Effekte. Während parietal auch in diesem Zeitfenster der Arousal-Effekt zwischen emotionalen und neutralen Bildern beobachtet werden konnte, ergab sich fronto-zentral ein anderes Muster: Hier lösten die positiven Reize eine stärkere Positivierung aus als die neutralen und negativen Bilder. Dieses Ergebnis ist konsistent mit den Befunden von Cuthbert et al. (2000), die ebenfalls frontal eine frühere Positivierung für angenehme gegenüber unangenehmen und neutralen Bildern feststellten. Zusätzlich fanden Dolcos und Cabeza (2002) in ihrer Studie auch eine Lateralisierung dergestalt, dass die frontale Positivierung für angenehme Bilder links stärker ausgeprägt war als rechts. Weiterhin ergab sich ein modulierender Einfluss des Emotionsgehalts der Bilder auf den sogenannten Gedächtnis-Effekt, der auf größeren Potentialen für später erinnerte gegenüber nicht erinnerten Reizen beruht. Es zeigte sich, dass dieser Gedächtniseffekt in einem Zeitfenster von 400 bis 600 ms für emotionale Stimuli größer war als für neutrale. Die Autoren sehen ihre Ergebnisse übereinstimmend mit Cuthbert et al (2000) als einen Beleg für die gesteigerte Aufmerksamkeit, die emotionalen Reizen aufgrund ihrer motivationalen Bedeutung entgegengebracht wird. Zusätzlich nehmen Dolcos und Cabeza an, dass die frühere Verarbeitung der emotionalen im Gegensatz zu den neutralen Inhalten einen besseren Zugang des emotionalen Materials zu den notwendigen Verarbeitungsressourcen widerspiegelt und somit zu der verbesserten Gedächtnisleistung für emotionale Bilder beiträgt.

Zu vergleichbaren Ergebnissen wie Cuthbert et al. (2000) kommen auch Schupp, Cuthbert, Bradley, Cacioppo, Ito und Lang (2000) in einer ähnlichen Studie. Hierbei sahen die Teilnehmer die positiven, negativen und neutralen Bilder (je 20) aus dem IAPS für je 1.5 s in Blöcken á sechs Bildern und sollten sie hinsichtlich ihrer Valenz den drei Kategorien zuordnen. Dabei gab es bezogen auf die normativen Arousal-Werte aus dem IAPS keine Unterschiede zwischen den positiven und negativen Bildern. Ebenso wie in der Untersuchung von

Cuthbert et al. (2000) fanden die Autoren wieder an allen Positionen in einem Zeitfenster von 350 bis 700 ms eine stärkere Positivierung bei emotionalen im Vergleich zu neutralen Bildern, wobei sich die Amplituden für positive und negative Bilder allerdings nicht unterschieden. Zusätzlich berichten die Autoren aber, dass sich die Positivierung in dieser Studie ebenfalls früher für positive als für negative Bilder ergab, obwohl hierfür keine statistischen Analysen durchgeführt wurden. Insgesamt war diese späte Positivität besonders frontal und zentral ausgeprägt. Im Vergleich zu der Studie von Cuthbert et al. (2000), bei der die Bilder für eine längere Zeit präsentiert wurden (6 s), kehrte das Potential in dieser Studie schneller wieder auf den Baseline-Wert zurück. Bei einer Unterteilung der Bilder anhand ihrer normativen Werte aus dem IAPS in Bilder mit hohem und niedrigem Arousal evozierten erstere wieder stärkere Positivierungen, wobei sich dieser Unterschied besonders an C_z und P_z zeigte.

In einer aktuellen Studie (Schupp, Junghöfer, Weike & Hamm, 2004), in der das EKP von 129 Elektroden abgeleitet wurde, konnten die Autoren diese Ergebnisse auch mit einer noch kürzeren Darbietungszeit von 120 ms replizieren. Auch hier wurden die je 20 positiven, negativen und neutralen IAPS-Bilder mit einem visuellen Winkel von ca. 24° präsentiert und sollten den drei Valenzkategorien zugeordnet werden. Für die Untersuchung der späten Positivierung wurden die zentro-parietalen Elektrodenfelder auf der linken und rechten Seite verwendet. Im Latenzbereich von 400 bis 500 ms evozierten die emotionalen Bilder größere Amplituden als die neutralen, wobei sich zwischen positiven und negativen Stimuli keine Unterschiede ergaben. Innerhalb dieser beiden Valenzbereiche verglichen die Autoren zusätzlich Bilder mit hohem und niedrigem Arousal und fanden die größten Potentiale bei den stärker anregenden Bildern.

Weiterhin beobachteten die Autoren in einem Zeitfenster von 280 bis 320 ms bei den affektiven Bildern eine Negativierung an temporo-okzipitalen Positionen, die sich bereits 150 ms nach Reiz-Onset abzeichnete und als „*early posterior negativity*“ bezeichnet wird. Auch hier zeigte die Unterteilung der Bilder anhand ihrer normativen Arousal-Werte, dass positive Bilder höheren Arousals auch größere Potentiale hervorriefen als positive Bilder mit niedrigem Arousal. Für negative Stimuli fand sich dieser Zusammenhang nicht. Die Negativierung im posterioren Bereich ging mit einer Positivierung im zentro-medialen Bereich einher, die aufgrund ihrer Topographie und ihres Latenzbereichs zwar möglicherweise mit der P3 vergleichbar ist, von den Autoren aber nicht als solche beschrieben wird. Beide Potentiale waren für positive Reize stärker ausgeprägt als für negative. Die Autoren sehen ihre Ergebnisse als einen Beleg für die Hypothese, dass emotionale Reize zu einer motivationalen Regulation der visuellen Verarbeitung führen, die eine Aufmerksamkeitszuwendung beinhaltet (Lang et al., 1997), wobei bereits ein kurzer Eindruck genügt, um diesen Prozess anzustoßen: „*A quick glimpse of emotionally relevant stimuli seems sufficient to tune the brain for selective perceptual and postperceptual stimulus encoding.*“ (Schupp et al., 2004, p. 448)

Keil, Bradley, Hauk, Rockstroh, Elbert und Lang (2002) konnten mittels einer EKP-Ableitung von 129 Positionen ebenfalls bereits in einem Latenzbereich von 150 ms nach Reizbeginn

Unterschiede in der Verarbeitung von emotionalen gegenüber neutralen Bildreizen feststellen. Auch sie boten ihren Probanden Bilder aus dem IAPS dar, die mit einem visuellen Winkel von 15° horizontal und 11° vertikal für 6 s sichtbar waren. Nach der EEG-Aufzeichnung, die über die gesamte Darbietungszeit hinweg stattfand, wurden die Bilder ein zweites Mal präsentiert und sollten jetzt von den Teilnehmern hinsichtlich Valenz und Arousal auf den SAM-Skalen beurteilt werden. Für die frühe N1-Komponente (120 – 150 ms) zeigten sich an anterioren, temporalen und okzipitalen Regionen größere Amplituden für positive verglichen mit negativen und neutralen Bildern. Sowohl im frühen (300 – 340 ms) als auch im späten (380 – 440 ms) Zeitfenster der P3 ergab sich der „Arousal-Effekt“ mit größeren Amplituden für die emotionalen Bildern gegenüber den neutralen. Für die pSW (550 – 900 ms) fand sich ein ähnliches Ergebnis, wobei zusätzlich an einigen Positionen Unterschiede zwischen positiven und negativen Bildern auftraten. Insgesamt waren die beobachteten Unterschiede in posterioren Regionen am stärksten ausgeprägt. Weiterhin waren die Unterschiede über der Scheitellinie deutlicher als lateral, so dass die Autoren vermuten, dass es bereits in der Phase der visuellen sensorischen Verarbeitung zu einer verstärkten Aktivität aufgrund der motivationalen Bedeutung der Reize kommt. Mit zunehmender Betrachtungszeit konnten die Autoren eine Verschiebung der Regionen mit maximaler affektiver Modulation des EKPs von inferior-posterioren Regionen zu parietalen und temporo-okzipitalen Regionen registrieren, in denen die Areale höherer Ordnung des visuellen Kortex angesiedelt sind. Somit interpretieren die Autoren die pSW ähnlich wie Cuthbert et al. (2000) als Ausdruck einer länger anhaltenden übergeordneten Verarbeitung emotionaler Stimuli: *„Modulation of the cortical slow wave [...] by emotional arousal may reflect a relatively high level of visual processing, in which sustained attention is allocated to motivationally relevant and emotionally salient cues.“* (Keil et al., 2002, p. 648)

Kyle Smith, Cacioppo, Larsen und Chartrand (2003) untersuchten in einer aktuellen Studie die frühe Informationsverarbeitung bei emotionalen Bildern. Dabei fanden sie in zwei Experimenten bereits im Latenzbereich um 100 ms Unterschiede in der Amplitude der P1-Komponente zwischen positiven und negativen IAPS-Bildern. In einem ersten Experiment wurden Bilder positiver oder negativer Valenz jeweils vor dem Hintergrund eines Bildes der anderen Valenzkategorie präsentiert, um die Valenz des Zielreizes stärker hervorzuheben. Dazu blieb das „Hintergrundbild“ auf einem Monitor für einen Zeitraum von 11 s stehen. Innerhalb dieser Zeitspanne wurde zu drei Zeitpunkten jeweils für eine Sekunde ein kleineres „Target-Bild“ eingeblendet. Um sicherzustellen, dass die Teilnehmer beide Bilder aufmerksam betrachteten, sollten jeweils nach der Präsentation des Zielreizes beide Bilder bezüglich ihrer Valenz über eine motorische Reaktion klassifiziert werden. Mittels einer Faktorenanalyse wurde eine Komponente extrahiert, die aufgrund ihrer Polarität, Latenz (117 ms) und okzipitalen Dominanz als P1 interpretiert wurde. Diese Komponente, deren Generator laut der Autoren in den extrastriatalen Bereichen des visuellen Kortex lokalisiert ist, wird von ihnen als ein Korrelat einer Aufmerksamkeitszuwendung betrachtet. Bei der Hinwendung von Auf-

merksamkeit auf einen visuellen Stimulus werden mehr Neurone in dieser Region aktiviert, wodurch sich die Amplitude der Komponente vergrößert. Die Autoren konnten mit dem gewählten Versuchsdesign größere P1-Amplituden auf negative im Gegensatz zu positiven Bildern feststellen, wobei weder die Präsentationsreihenfolge noch die Hand, mit der reagiert wurde, eine Rolle spielten. Um ihre Ergebnisse zu replizieren, führten die Autoren ein weiteres Experiment durch, bei dem sie eine andere Art der Reizdarbietung und andere emotionale Bilder wählten. Die positiven und negativen Bilder wurden hier getrennt in zwei Blöcken präsentiert. Jeder Block enthielt 60 Sequenzen neutraler Bilder, in welche die emotionalen Bilder eingebettet waren. Dabei traten sie jeweils in einer Sequenz von fünf Bildern an unterschiedlichen Positionen in der Reihenfolge auf. Jedes Bild wurde für 1 s mit einem ISI von 1 s präsentiert. Dieser Versuchsaufbau wurde gewählt, um die Effekte der emotionalen Reize auf die P1 mit einem „Standard“ vergleichen zu können, der eine hohe Aufmerksamkeitszuwendung repräsentiert. Hierfür wurde ein Priming-Paradigma verwendet, da davon ausgegangen wird, dass Reize, denen ein *priming* vorausging, eine höhere obligatorische Aufmerksamkeit und somit auch größere P1-Amplituden hervorrufen als Reize ohne vorheriges *priming*.

Für das *priming* wurden neutrale Bilder eingesetzt, die statt der emotionalen Bilder an den entsprechenden Positionen in den Blöcken dargeboten wurden. Insgesamt bestätigten sich die Ergebnisse aus dem ersten Experiment. Die Struktur der durchgeführten Faktorenanalyse war der aus dem ersten Experiment sehr ähnlich und die als P1 extrahierte Komponente hatte eine vergleichbare Latenz (112 ms) und topographische Verteilung (okzipitale Dominanz) wie im ersten Experiment. Wiederum evozierten die negativen Bilder größere P1-Amplituden als die positiven. Auch der Priming-Effekt konnte gezeigt werden. In beiden Blöcken war die Amplitude der P1 auf die Bilder mit *priming* höher als auf die emotionalen Bilder, worin die Autoren eine Unterstützung für die Interpretation der P1 als Korrelat einer Aufmerksamkeitszuwendung sehen.

2.3.3.2.2 Abbildungen von Gesichtern und Gesichtsausdrücken

Pizzagalli, Regard und Lehmann (1999) berichten ebenfalls über valenzspezifische Effekte, die bereits in einem Zeitbereich von 80 – 116 ms nach Reizbeginn auftreten. Sie präsentierten ihren Versuchsteilnehmern 32 Schwarz-Weiß-Aufnahmen von Gesichtern im linken oder rechten visuellen Feld. Die Bilder wurden mit einem Inter-Trial-Intervall von 2 s für 100 ms mit jeweils 14 Wiederholungen dargeboten und sollten im Anschluss an die EEG-Aufzeichnung auf einer 10 cm langen Skala mit den Polen „angenehm (*like face*)“ bzw. „unangenehm (*dislike face*)“ beurteilt werden.

Wurden die Bilder in das linke visuelle Feld projiziert, zeigte sich an zentralen Positionen eine größere N1-Amplitude für angenehme gegenüber unangenehmen Bildern, die an Position T7 signifikant wurde. Bei der Projektion in das rechte visuelle Feld fanden sich für die von den Probanden als angenehm eingeschätzten Bilder im Gegensatz zu den als unangenehm

beurteilten Bildern an posterioren Positionen größere P1-Amplituden, wobei dieser Unterschied allerdings nur an den Positionen P4 und P8 eine statistische Signifikanz erreichte. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu der Studie von Kyle Smith et al. (2003), bei der die größeren P1-Amplituden auf die unangenehmen im Vergleich zu den angenehmen IAPS-Bildern beobachtet wurden. Auch Pizzagalli et al. (1999) interpretieren die größere P1-Amplitude allerdings als eine Reflektion der stärkeren Aufmerksamkeitszuwendung in extrastriatalen Bereichen des visuellen Kortex, die auf einem modulierenden Effekt der *Amygdala* beruhen könnte.

In einer weiteren Studie, in denen als emotionale Reize ebenfalls Gesichter verwendet wurden, ergab sich eine Lateralisierung der emotionalen Verarbeitung. Laurian, Bader, Lanaras und Oros (1991) boten ihren Versuchsteilnehmern Dias von Gesichtern mit positivem (Freude), neutralen oder negativem (Angst, Trauer, Ärger oder Ekel) Gesichtsausdruck für jeweils 100 ms dar. In einer Bedingung sollten die Probanden entscheiden, ob sie ein emotionales oder ein neutrales Bild gesehen hatten (emotionale Aufgabe). In einer anderen Bedingung sollten sie markierte (kleiner Kreis) von nicht markierten Bildern diskriminieren (strukturelle Aufgabe). Im Zeitbereich der P3 (336 – 350 ms) fanden die Autoren größere Amplituden für emotionale als für neutrale Reize, wobei dieser Unterschied am stärksten an zentroparietalen Regionen auf der rechten Seite zu Tage trat. Der Unterschied zwischen den größeren Amplituden für markierte als für nicht markierte Bilder (typischer Target-Effekt für die P3-b) war hingegen gleichmäßig bilateral verteilt. Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen eine Bestätigung für die Dominanz der rechten Hemisphäre (posteriore Bereiche) bei der Verarbeitung emotionaler Reize.

Zu einem vergleichbaren Befund kommen auch Kayser, Tenke, Nordby, Hammerborg, Hugdahl und Erdmann (1997), die ihren weiblichen Versuchspersonen emotionale neutrale und negative Reize vorgaben. Als negative Stimuli dienten Fotografien von Gesichtern mit dermatologischen Verunstaltungen. Als neutrale Reize wurden Aufnahmen derselben Gesichter nach erfolgreicher Behandlung verwendet. Die Stimuli wurden den Probandinnen über zwei Monitore direkt in das linke oder rechte Gesichtsfeld projiziert, um getrennt die rechte oder linke Hemisphäre zu stimulieren. Um eine Konfundierung mit kognitiven oder motorischen Aspekten der Informationsverarbeitung auszuschließen, sollten die Teilnehmerinnen die für 250 ms mit einem visuellen Winkel von je 6.7° horizontal links und rechts vorgegebenen Bilder lediglich betrachten. Mittels Faktorenanalysen wurden verschiedene Komponenten definiert, die als übereinstimmend mit der N1 (130 ms), P2 (190 ms), N2 (225 ms), frühen P3 (285 ms), späten P3 (380 ms) und pSW (> 450 ms) angesehen wurden. Weiterhin berichten die Autoren im Zeitbereich der posterior dominanten späten P3 eine negative Komponente an frontalen Positionen, die von ihnen als N3 (400 ms) bezeichnet wird.

Für die N2 fand sich ein Einfluss der emotionalen Qualität der Stimuli dahingehend, dass die Amplitude für negative Reize stärker ausgeprägt war als für neutrale. Dieser Unterschied zeigte sich besonders über der rechten Hemisphäre. Ein vergleichbares Resultat ergab sich für

die frühe P3, deren Amplitude ebenfalls besonders rechts für negative Bildreize größer war als für neutrale. Im Zeitfenster der späten P3 ließ sich nur für die frontale Negativität ein Effekt des emotionalen Reizgehalts feststellen, bei dem die N3-Amplitude auf negative Reize deutlicher ausgeprägt war als auf neutrale. Auch die pSW, die nach 1100 ms (Ende der Aufzeichnung) noch nicht auf das Baseline-Niveau zurückgekehrt war, zeigte für emotionale Bilder posterior vergrößerte Amplituden bei den emotionalen im Vergleich zu den neutralen Reizen.

Die Autoren interpretieren die vergrößerte Amplitude der N3 bei den verunstalteten Gesichtern als ein Korrelat der Verarbeitung kontextuell neuer, komplexer visueller Stimuli und sehen in ihr eine Analogie zur N400 bei linguistischem Material.

Die Ergebnisse zur N2 und frühen P3, die sich auch bei einer Analyse der Peak-to-Peak-Amplituden bestätigten, sehen die Autoren als einen Beleg für die Bedeutung der rechten Hemisphäre bei der emotionalen Informationsverarbeitung. In Analogie zu dem häufig beschriebenen N2-P3-a-Komplex der Orientierungsreaktion, nehmen sie an, dass es zu einer unwillentlichen (vorbewussten) Klassifikation der Reize (reflektiert in der N2) kommt. Diese führe dann zu einer weiteren Evaluation der emotionalen Reiz-Bedeutsamkeit (P3). Im späteren Verlauf der emotionalen Verarbeitung (pSW) zeigen sich keine hemisphärenspezifischen Unterschiede mehr.

Campanella, Gaspard, Debatisse, Bruyer, Crommelinck und Guerit (2002) untersuchten ebenfalls den N2/P3a-Komplex bei der Verarbeitung emotionaler Gesichtsreize. Im Rahmen eines Oddball-Paradigmas wurden den Versuchsteilnehmern neben einem häufigen Standardreiz zwei verschiedene, seltene deviante Reize jeweils für 500 ms präsentiert, deren Auftreten durch eine motorische Reaktion beantwortet werden sollte. Als Stimuli wurden Gesichter mit unterschiedlichem emotionalem Ausdruck verwendet, die mit Hilfe einer Überlagerung (*morphing*) eines ängstlichen und eines traurigen Gesichtsausdrucks gebildet worden waren. Dabei wurden vier verschiedene Versionen eines weiblichen und eines männlichen Gesichts erstellt, bei denen der prozentuale Anteil des ängstlichen Gesichtsausdrucks von 5 % über 35 % und 65 % bis zu 95 % variierte. Der prozentuale Anteil des traurigen Gesichtsausdrucks war entsprechend komplementär. Während die beiden erstgenannten Gesichter als „traurig“ und „eher traurig“ beurteilt wurden, erhielten die beiden letztgenannten die Einschätzungen „eher ängstlich“ bzw. „ängstlich“. Als Standard wurden die Gesichter verwendet, in denen jeweils zu 65 % der traurige bzw. ängstliche Gesichtsausdruck enthalten war. Als deviante Reize (Targets) wurden die Gesichter benutzt, welche die gleiche Emotion wie der Standard zu 35 % bzw. 95 % beinhalteten. Somit fiel einer der beiden devianten Reize in dieselbe emotionale Kategorie wie der Standard (ähnlicher Gesichtsausdruck bei 95 %), während der andere einen vom Standard unähnlichen Gesichtsausdruck aufwies (andere emotionale Kategorie bei 35 %). Physikalisch jedoch war der Abstand zwischen allen drei Reizen gleich groß und betrug jeweils 30 %.

In einem Zeitbereich von 200 – 400 ms ergaben sich erwartungsgemäß okzipital für die N2 und frontal für die P3-a größere Amplituden bei den seltenen im Vergleich zu den häufigen Reizen. Die Autoren sehen diese beiden Komponenten daher als Korrelate der Orientierungsreaktion, deren Funktion darin besteht, die Aufmerksamkeit auf biologisch relevante Reize zu lenken. Zusätzlich lösten die Targets parietal eine P3-b aus, die von den Autoren auf die Aufgabenbedeutsamkeit dieser Reize zurückgeführt wird. Beim Vergleich der beiden devianten Reize miteinander fand sich eine vergrößerte P3-a-Amplitude, wenn der Gesichtsausdruck eine andere emotionale Kategorie darstellte als der Standard im Vergleich zu einem dem Standard ähnlichen Gesichtsausdruck. Zusätzlich zeigte sich für alle drei untersuchten Komponenten (N2, P3-a, P3-b) eine kürzere Latenz, wenn der Target einer anderen emotionalen Kategorie entstammte als der Standard im Vergleich zu einem seltenen Reiz aus derselben Kategorie. Auf der behavioralen Ebene ließ sich ein entsprechendes Muster feststellen: Entstammte der deviante Reiz einer anderen Kategorie als der Standard kam es zu mehr korrekten Reaktionen bei kürzeren Reaktionszeiten. Die Autoren sehen die Latenzunterschiede der N2 bei den beiden devianten Stimuli, die sich für die P3-a und P3-b fortsetzen, als einen Beleg dafür, dass durch diese Komponente nicht nur die Detektion einer physikalischen Reizänderung reflektiert wird, sondern *„the degree of voluntary attention related to visual specific information processing during the target detection task“* (Campanella et al., 2002, p. 182). Diese frühe Aufmerksamkeitszuwendung ist biologisch bedeutsam, da ein veränderter Gesichtsausdruck eine Änderung der Ausgangssituation darstellt, auf die mit adaptivem Verhalten reagiert werden muss.

Auch die vergrößerte P3-a-Amplitude bei dem devianten Reiz, der einer anderen emotionalen Kategorie entstammt als der Standardreiz, wird als eine erhöhte Aufmerksamkeitszuwendung bei diesen Reizen interpretiert. Im Sinne der P3-a als „Novelty-Detektor“ hat der Zielreiz, der eine andere emotionale Kategorie darstellt als der Standard, einen höheren „Novelty-Wert“ als der Target-Stimulus aus der gleichen Kategorie. Der N2/P3a-Komplex reflektiert somit laut der Autoren nicht nur die automatische Detektion eines abweichenden Reizes sondern bereits die Diskrimination verschiedener devianter Stimuli.

Insgesamt zeigen die aufgeführten Studien, bei denen mittels verschiedenster Paradigmen und Reize die emotionale Informationsverarbeitung untersucht wurde, dass emotionale Stimuli auf spezifische Weise verarbeitet werden und ihnen in unterschiedlichen Stufen des Verarbeitungsprozesses besondere Aufmerksamkeit zugewendet wird. Neben einzelnen Studien, die bereits im Bereich um 100 ms eine Modulation der EKP-Komponenten durch emotionale Stimuli gefunden haben, beschäftigte sich der Großteil der Studien mit emotionsspezifischen Verarbeitungsschritten ab 200 ms. Viele Autoren fanden dabei übereinstimmend einen Arousal-Effekt auf die P3-b, der durch größere Amplituden bei emotional intensiven Stimuli gekennzeichnet ist. Darüber hinaus wurde wiederholt eine späte langanhaltende Positivierung gefunden, die als tiefergehende Verarbeitung bei fortgesetzter Aufmerksamkeitszuwendung betrachtet wird.

In der vorliegenden Studie sollen als Stimuli nicht allgemein emotionale Bilder, sondern speziell Abbildungen von Nahrungsmitteln verwendet werden, um die Reaktionen essgestörter Patienten und gezügelter Esser mit denen ungezügelter Esser zu vergleichen. Dabei wird davon ausgegangen, dass diese Reize zum einen bereits aufgrund ihrer biologischen und motivationalen Bedeutung einen hohen affektiven Wert besitzen und darüber hinaus besonders für die beiden erstgenannten Personengruppen eine hohe subjektive Bedeutung haben.

Da neben der Verarbeitung **visueller** Nahrungsreize vor allem die zentralnervösen Reaktionen auf **olfaktorische** Nahrungsstimuli im Mittelpunkt dieser Studie stehen, sollen im Folgenden die Besonderheiten dargestellt werden, die bei der Ableitung der EKPs auf olfaktorische Reize beachtet werden müssen. Weiterhin werden die einzelnen Komponenten des chemosensorischen EKPs und ihre Abhängigkeit von unterschiedlichen Faktoren beschrieben und mit andern Modalitäten verglichen.

2.3.4 Besonderheiten des chemosensorischen EKPs

Im Gegensatz zu akustisch oder visuell ereigniskorrelierten Potentialen sind für die Ableitung und Interpretation chemosensorisch ereigniskorrelierter Potentiale (CSEKPs) eine Reihe von Voraussetzungen notwendig, die nur mit großem technischen Aufwand realisiert werden können. Aus diesem Grund wurden Untersuchungen zu CSEKPs erst seit den 1990er Jahren erfolgreich durchgeführt. Bevor die Ergebnisse dieser Studien im Folgenden vorgestellt werden, soll kurz auf die Besonderheiten bei der Aufzeichnung dieser Potentiale eingegangen werden.

2.3.4.1 Voraussetzungen für die Ableitung von CSEKPs

Während der Darbietung eines Geruchsreizes darf nur eine Variation in der molekularen Zusammensetzung des Luftstroms auftreten, während Unterschiede in der Flussstärke oder der Temperatur vermieden werden müssen. Diese würden eine zusätzliche Stimulation von Thermo- und Mechanosensoren bewirken, deren Aktivität zu einer Aktivierung der entsprechenden kortikalen Zellen führt. Die hieraus resultierenden somatosensorischen Potentiale lassen sich bei der späteren Auswertung der Daten nicht mehr von den interessierenden CSEKP-Anteilen differenzieren (Doty & Kobal, 1995).

Ebenso zu beachten ist das Einhalten eines minimalen Volumenstroms, da sich mit einem Durchfluss unter 85 ml/s keine Antworten erzielen lassen. Die Konzentration des Duftstoffes muss außerdem über der Wahrnehmungsschwelle liegen, weil bei unter-schwelliger Reizung keine Trennung des CSEKPs von der Hintergrundaktivität mehr möglich ist. Aufgrund einer schnellen Habituation des Geruchssinns an Duftstoffe, die mehrmals nacheinander präsentiert werden, ist ein ausreichendes ISI erforderlich, da andernfalls die Latenzen immer länger und

die Amplituden geringer werden. Es sollte nach Kobal und Hummel (1991) bei etwa 30 s liegen, um immer gleichbleibende Potentiale erzeugen zu können.

Weiterhin muss die Anstiegsflanke des Geruchs sehr steil sein, um eine genügend große Anzahl von Neuronen simultan zu erregen und so auch die frühen Komponenten des EKP's wie die N1 auslösen zu können. Bei einer optimalen Einstellung wird eine Anstiegszeit von 20 ms nicht überschritten, d.h. nach dieser Zeit sind etwa 70 – 80 % der maximalen Duftkonzentration am Ausgang erreicht.

Um die einzelnen Peaks des CSEKP's in der Mittelung optimal sichtbar zu machen, muss zudem der Reizbeginn klar definiert und exakt replizierbar sein. Eine Verschiebung des Stimulus-Onsets von einem Trial zum nächsten kann zu einer Abflachung und Verbreiterung der einzelnen Komponenten im gemittelten Potential führen, da die entsprechenden Minima und Maxima nun ebenfalls zeitlich stärker variieren. Bei einer großen zeitlichen Schwankungsbreite des Reizbeginns kann es sogar passieren, dass positive und negative Komponenten sich bei der Überlagerung gegenseitig auslöschen, wie es eigentlich nur für die Hintergrundaktivität der Fall sein sollte (Doty & Kobal, 1995). Lorig, Sapp, Campbell und Cain (1993) konnten beispielsweise mit der eher indirekten Applikation von Gerüchen über eine Atemmaske zwar eine späte Positivierung, aber keine N1 erzeugen.

Kobal konstruierte 1981 ein Olfaktometer, das die genannten Bedingungen erfüllt (Kobal, 1981). Die Gerüche werden bei diesem Gerät innerhalb eines konstanten Luftstroms in Form eines annähernden Rechteckreizes (*rise time* = 20 ms) direkt in die Nase appliziert. Mit dieser Methode konnte erstmals die Existenz der frühen Komponenten P1, N1 und P2 auch im chemosensorisch ereigniskorrelierten Potential nachgewiesen werden.

In der CSEKP-Forschung ist ein Vergleich der Untersuchungen verschiedener Arbeitsgruppen oft nur sehr eingeschränkt möglich, da das Vorgehen bei der Definition besonders für die späteren Komponenten meist sehr unterschiedlich ist. Latenz und topographische Verteilung wurden dabei kaum zur Charakterisierung der Komponenten genutzt (für eine ausführliche Darstellung und Kritik siehe Pause, 1994; Pause, Sojka, Krauel & Ferstl, 1996a; Pause, Sojka & Ferstl., 1997). Um zu einer größeren Einheitlichkeit bei der Darstellung von Untersuchungsergebnissen zu gelangen, schlugen Evans, Kobal, Lorig und Prah (1993) vor: „*CSERP peaks should be labeled sequentially beginning with the first major component of a given polarity.*“ (p. 754). Diese Empfehlung widerspricht allerdings den allgemeinen Richtlinien zur Beschreibung von Komponenten, die nach Donchin et al. (1978) aufgrund des Verhaltens der Komponenten in Reaktion auf experimentelle Manipulationen erfolgen sollte und essentiell für die funktionelle Interpretation der Komponenten ist. Diese Kritik äußern auch Pause et al. (1996a), die darüber hinaus betonen, dass diese Methode bei einer Überlappung von Komponenten zu einer gravierenden Fehlinterpretation der Daten führen kann. „*Therefore, components of the OERP [olfactory event-related potentials] labeled with the same names may or may not reflect the same neuronal process.*“ (Pause et al., 1996a, p. 381). Dieser Punkt

erscheint besonders auch deshalb wichtig, weil CSEKPs aufgrund der starken Habituation von Gerüchen (vgl. z.B. Kobal & Hummel, 1991b) in der Regel auf der Basis einer relativ geringen Anzahl von Geruchspräsentationen ermittelt werden und somit das Signal-Rausch-Verhältnis naturgemäß schlechter ist als beispielsweise bei akustischen EKPs.

2.3.4.2 Komponenten im CSEKP

Während die Arbeitsgruppe um Kobal sich hauptsächlich mit den frühen Komponenten des CSEKPs befasste und hierbei vor allem die Einflüsse physikalischer Reizeigenschaften untersuchte (vgl. Abschnitt 2.3.4.6), gelang es erstmals Lorig, Sapp, Campbell und Cain (1993) in einem Experiment, eine späte Positivierung zu erzeugen. Lorig et al. (1993) gaben drei verschiedene Konzentrationen von Butanol sowie destilliertes Wasser als „Leerprobe“ in randomisierter Reihenfolge (ISI = 20 s) vor. Die Stimuluspräsentation erfolgte in dieser Untersuchung in Abhängigkeit von der Einatmung über eine Atemmaske. Die Versuchspersonen erhielten die Instruktion, bei jeder Geruchswahrnehmung einen Knopf zu drücken. Obwohl bei dieser Stimulationsmethode keine N1 ausgelöst werden konnte, zeigte sich eine deutliche positive Verschiebung in einem Latenzbereich von 900 bis 1100 ms. Aufgrund ihrer Polarität, Latenz und topographischen Verteilung betonten die Autoren die Ähnlichkeit dieser Komponente zur P300.

Im Gegensatz zu früheren Arbeiten, in denen angenommen wurde, dass sich die Komponenten des CSEKPs hauptsächlich durch exogene Reizcharakteristika (Dauer, Intensität etc.) modulieren lassen, untersuchten Pause, Sojka, Krauel und Ferstl (1996a) erstmalig systematisch den Einfluss der Reizbedeutsamkeit auf das CSEKP. Innerhalb eines aktiven Oddball-Paradigmas erhielten die Versuchspersonen als Standardreiz Citral in einer niedrigen Konzentration. Eine hohe Konzentration von Citral wurde als Zielreiz mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von $p = 0.16$ dargeboten (mittleres ISI: 32.5 s). Die Versuchspersonen hatten in jedem der zwei Blöcke á 100 Trials die Aufgabe, bei der Wahrnehmung des Zielreizes den Zeigefinger zu heben. Pause et al. (1996a) konnten in dieser Studie vier Komponenten identifizieren, deren Latenz und Amplitude in unterschiedlich starkem Maße von physikalischen Reizeigenschaften und psychologischen Faktoren beeinflusst wurden.

Ein erster negativer Peak, der mit einer durchschnittlichen Latenz von 400 ms parietal dominant war, wurde als N1 bezeichnet. Die erste positive Potentialverschiebung erhielt die Bezeichnung P2 und trat mit einem frontalen Amplitudenmaximum nach etwa 610 ms auf. Amplitude und Latenz der N1 variierten hauptsächlich in Abhängigkeit von der Duftkonzentration (vgl. hierzu auch Abschnitt 2.3.4.6). Bei der höheren im Gegensatz zur niedrigen Konzentration war die Amplitude der Komponente erhöht und die Latenz verkürzt. Weiterhin fand sich bei wiederholter Reizdarbietung eine Zunahme der Latenz der N1 und eine Abnahme der Differenzamplitude N1-P2, die im Sinne eines Habituationsprozesses interpretiert werden. Insgesamt nehmen die Autoren aufgrund dieser Ergebnisse an, dass die beiden Komponenten

analoge Prozesse reflektieren wie die N1 und P2 in anderen Modalitäten. Als einen möglichen Grund für das „Fehlen“ der N1 und P2 in der Untersuchung von Lorig et al. (1993) nennen Pause et al. (1996a) die lange Stimulusanstiegszeit von etwa 160 ms.

Als eine Besonderheit der olfaktorischen N1 im Gegensatz zu anderen Modalitäten heben Pause et al. (1996a) die lange Latenz dieser Komponente hervor, die sie auf die Zeitspanne zurückführen, die der olfaktorische Rezeptor benötigt, um eine Antwort auf die Stimulation zu generieren. Da diese etwa 320 ms beträgt, tritt die N1 tatsächlich etwa 100 ms nach der Entstehung eines Aktionspotentials in der olfaktorischen Sinneszelle auf. Die späteren Komponenten treten mit entsprechenden Latenzverzögerungen auf. Als eine weitere Auffälligkeit der olfaktorischen N1 stellen Pause et al. (1996a) heraus, dass diese selbst bei ISIs von über 30 s noch deutlich habituiert, wohingegen bei akustischer Stimulation eine Habituation nur bei kürzeren ISIs (< 10 s) beobachtet werden konnte (für einen Überblick siehe Näätänen & Picton, 1987). Dieses Ergebnis reflektiert die starken Habituationseffekte, die auch andere Autoren für olfaktorische Reize annehmen (vgl. Royet et al., 1999; Sobel et al., 2000 in Abschnitt 2.1.2.3).

Für die beiden weiteren positiven Peaks, die mit mittleren Latenzen von 850 bzw. 1100 ms auftraten, wurden die provisorischen Bezeichnungen P3-1 und P3-2 gewählt. Sie waren parietal dominant und hatten bei subjektiv seltenen und bedeutungsvollen Reizen (*hits*, *false alarms*) signifikant größere Amplituden als bei subjektiv nicht bedeutsamen Stimuli (*misses*, *correct rejections*). Beide Komponenten unterschieden sich allerdings in ihrem Habituationsverhalten und in ihrer Sensitivität gegenüber der Reizintensität. Die P3-1 zeigte im Verlauf der Sitzung eine deutliche Habituation (Abnahme der Amplitude, Latenzverlängerung), während sich die Parameter der P3-2 mit zunehmender Versuchsdauer nicht änderten. Zudem war die Latenz der P3-1 allgemein kürzer, wenn Citral in hoher Konzentration präsentiert wurde, während die Stimulusintensität auf die Latenz und Amplitude der P3-2 keinen Einfluss hatte. Pause et al. (1996a) schlossen aus ihren Ergebnissen, dass die P3-2 der klassischen P3-b bei auditorischen und visuellen Stimuli entspricht, während die P3-1 eine Novelty P3 darstellt. Abbildung 2.13 stellt ein CSEKP und die darin bisher bestätigten sowie vermuteten Komponenten (für einen Überblick siehe Pause, 2002) schematisch dar.

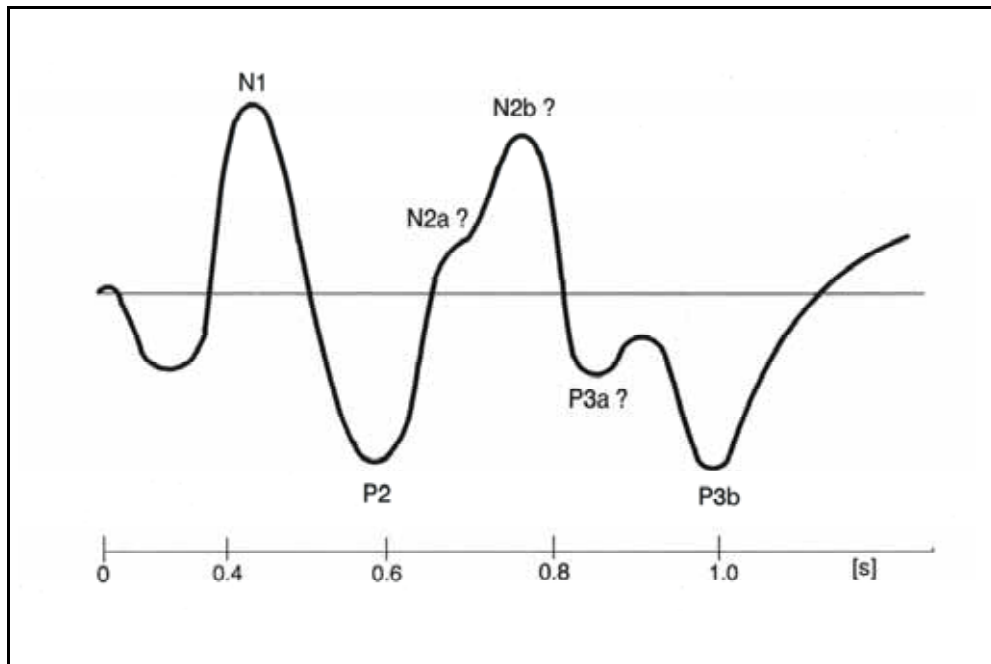


Abbildung 2.13 Schematische Darstellung einzelner Komponenten im CSEKP (modifiziert nach Pause, 2002)

Aufgrund der Tatsache, dass die Komponenten in dieser Studie sowohl von exogenen Reizmerkmalen als auch von endogenen Variablen abhingen, kritisierten die Autoren ältere Arbeiten, in denen nur exogene Komponenten (N1, P2) berichtet wurden. Bei diesen Studien wurden nämlich meist Paradigmen eingesetzt, die zusätzlich Bedingungen zur Auslösung endogener Komponenten beinhalteten (P3): Zum einen wurden die ISIs bei olfaktorischer Stimulation im Vergleich zur Reizung anderer Modalitäten sehr lang gewählt (in den Studien der Arbeitsgruppe um Kobal z.B. 40 – 60 s), um Adaptations- und Habituationseffekte möglichst zu minimieren. Zum anderen sollten die Probanden bei einigen Studien (z.B. Livermore, Hummel & Kobal, 1992) die Düfte nach jeder Präsentation auf verschiedenen Skalen einschätzen. Diese Bedingungen führen dazu, dass die Reize als seltene und bedeutsame Stimuli wahrgenommen werden und somit ideal geeignet erscheinen, eine klassische P3-Komponente auszulösen. Weiterhin gelangen Pause et al. (1996a, 1997) zu der Annahme, dass es sich bei der in der Literatur beschriebenen P2 tatsächlich um die endogene P3-Komponente handelt, die durch ihre große Amplitude den Peak der „echten“ P2 komplett überlagert.

Als ein weiteres Argument für die Bedeutung psychologischer Variablen bei der Modulation des CSEKPs betonen Pause et al. (1996a) die enge Kopplung von Duft- und Emotionsverarbeitung, die sich auf neurophysiologischer Ebene darin zeigt, dass sowohl Düfte als auch Gefühle in Teilen des limbischen Systems verarbeitet werden (vgl. Abschnitt 2.1.2.2.2). Auch hierzu führten die Autoren eine eigene Untersuchung durch (Pause & Krauel, 2000), mit der sie die Bedeutung des emotionalen Reizgehalts für die Modulation der späten CSEKP-Kom-

ponenten demonstrieren konnten. Sie boten ihren Probanden in randomisierter Reihenfolge in je 20 Trials einen angenehmen (Rosenduft = Phenylethylalkohol) und einen unangenehmen Geruch (Buttersäure = Isobutylaldehyd) für jeweils 300 ms dar. Dabei bestand die Aufgabe der Versuchspersonen darin, beide Düfte voneinander zu diskriminieren, so dass nach jedem Trial eine motorische Reaktion erfolgen musste. Bei beiden Gerüchen fand sich in einem Latenzbereich von 650 – 900 ms die bereits beschriebene P3-1, die aufgrund ihrer anterioren Dominanz als eine olfaktorische Novelty-P3 bezeichnet werden kann. Das Auftreten dieser Komponente bei jedem Duftreiz erklären die Autoren damit, dass selbst monomolekulare Gerüche „are perceived as complex stimuli, which evoke a gestalt perception“ (Pause & Krauel, 2000, p. 118; vgl. auch Pause et al., 1996a). Bei der als P3-2 definierten Komponente (900 – 1100 ms) zeigte sich ein differenzieller Effekt der subjektiven Valenz der Düfte, die vor der EEG-Aufzeichnung erhoben worden war. Bei dem als positiv bewerteten Stimulus war die Amplitude dieser parietal dominanten Komponente größer ausgeprägt als bei dem negativen Duftreiz. Derselbe Effekt zeigte sich in dieser wie auch in weiteren Studien (vgl. Abschnitt 2.3.3) im VEKP bei einem Vergleich zwischen positiven und negativen emotionalen Farbfotos. Die Autoren sehen hierin einen Hinweis für eine modalitätsunspezifischen verbesserte Wahrnehmung positiver Ereignisse, die zu ihrer erhöhten subjektiven Bedeutsamkeit beitragen könnte.

2.3.4.3 Einflüsse psychologischer Faktoren auf das CSEKP

2.3.4.3.1 Einflüsse der Aufmerksamkeit

Analog zu anderen Modalitäten wurden in neueren Arbeiten zu CSEKPs auch Effekte der Aufmerksamkeit auf einzelne Komponenten untersucht. Im Rahmen ihrer Untersuchung zum Einfluss der Duftkonzentration olfaktorischer (Linalool) und trigeminaler Reize (Menthol) variierten Pause et al. (1997, vgl. Abschnitt 2.3.4.6) auch das Ausmaß, in dem die Reize beachtet werden sollten. Ein Teil der Versuchspersonen wurde gebeten, sich zu entspannen und sich auf die Atmung zu konzentrieren. Die anderen Teilnehmer erhielten die Aufgabe, die Wahrnehmung eines Geruchs mit dem Heben des Zeigefingers zu beantworten. Bei Aufmerksamkeitszuwendung waren in Reaktion auf den olfaktorischen Stimulus die Amplituden aller Komponenten erhöht (N1, P2, P3-1, P3-2), allerdings wurde dieser Effekt nur bei der höchsten Linalool-Konzentration für die Amplitude der P3-1 signifikant. Die Latenzen der CSEKP-Komponenten variierten bei der olfaktorischen Stimulation nicht einheitlich mit dem Grad der Aufmerksamkeitszuwendung. Bei der Präsentation des trigeminalen Stimulus zeigten sich in der Aufmerksamkeitsbedingung größere Amplituden für die P3-1 und P3-2 als bei der Nichtbeachtung der Reize. Weiterhin fand sich bei der trigeminalen Stimulation eine allgemeine Latenzverkürzung, wenn den Reizen Aufmerksamkeit zugewendet wurde im Vergleich zu einer passiven Reizwahrnehmung.

In einer weiteren Studie der Arbeitsgruppe um Pause (Krauel, Pause, Sojka, Schott & Ferstl, 1998a) untersuchten die Autoren in zwei Experimenten, welchen Einfluss die bewusste Beachtung der Reize auf die Komponenten des CSEKPs hat. Dabei dienten im ersten Experiment die monomolekularen Duftstoffe Linalool (blumiger Duft) und Eugenol (Gewürznelken) als olfaktorische Stimuli, während im zweiten Experiment Körpergerüche als Stimulusmaterial eingesetzt wurden. In der Aufmerksamkeitsbedingung sollten die Versuchspersonen jeweils im Rahmen eines Oddball-Paradigmas auf den Zielreiz ($p = 0.2$) reagieren und den Standardreiz ignorieren. In der Bedingung „keine Beachtung der Reize“ wurde die Aufmerksamkeit der Teilnehmer durch eine auditorische Distraktoraufgabe von den Gerüchen abgelenkt. In beiden Experimenten fanden sich für die P3-1 und P3-2 größere Amplituden in der Aufmerksamkeitsbedingung, während die Komponenten in der Ablenkungsbedingung sehr gering ausgeprägt waren. Diese Ergebnisse stimmen mit Studien zu Aufmerksamkeitsunterschieden der P3-a und P3-b bei der auditorischen Modalität überein (vgl. z.B. Näätänen et al., 1991; Spencer et al., 2001). Weiterhin konnten Krauel et al. (1998a) nachweisen, dass die bewusste Beachtung von Gerüchen zu einer schnelleren, initialen Verarbeitung führt, die sich in einer Verkürzung der Latenzen der N1 und P2 widerspiegelt. Dieses Ergebnis ist insbesondere deshalb interessant, weil sich in der visuellen und auditorischen Modalität eine Aufmerksamkeitszuwendung bei den frühen Komponenten (N1/P2) in der Regel in Amplitudenunterschieden oder der zusätzlichen Aktivierung endogener Komponenten (z.B. *Processing Negativity*) ausdrückt. Die Autoren interpretieren ihre Ergebnisse dahingehend, dass eine Modulation der Informationsverarbeitung durch Aufmerksamkeitszuwendung bereits auf einer Stufe stattfindet, an der noch keine kortikale Repräsentation des Geruchseindrucks aufgebaut wurde. Sie vermuten daher, dass bereits auf der Ebene des piriformen Kortex oder wohlmöglich des *Bulbus olfactorius* die zeitliche Kodierung der Reize durch die Aufmerksamkeitszuwendung verändert wird.

2.3.4.3.2 Einflüsse von Lernerfahrungen

Einen weiteren wichtigen Beitrag zur Erforschung der Variation des CSEKPs mit psychologischen Faktoren leisteten Pause, Rogalski, Sojka und Ferstl (1999) mit einer Studie, in der sie Veränderungen in den Komponenten des CSEKPs durch Lernerfahrungen nachweisen konnten. Versuchsteilnehmerinnen waren Frauen, die eine spezifische Anosmie für Androstenon aufwiesen, d.h. dessen Geruch nicht wahrnehmen konnten. Dieses Testosteron-Derivat ist im Achselschweiß enthalten und trägt besonders zum männlichen Körpergeruch bei. Über einen Zeitraum von vier Wochen konnte durch eine tägliche Exposition eine Sensitivität bei den anosmischen Frauen induziert werden (vgl. Möller, Pause & Ferstl, 1999). Diese spiegelte sich bei einem Vorher-Nachher-Vergleich in einer vergrößerten N1-P3-Differenzamplitude und einer verkürzten P3-Latenz in Reaktion auf einen männlichen Körpergeruch wider. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass aufgrund der neu erworbenen Sensitivität für Androstenon der wahrgenommene männliche Körpergeruch in der

Nachher-Untersuchung für die Teilnehmerinnen sowohl einen erhöhten Informationsgehalt als auch eine größere subjektive Bedeutung erhält als in der Vorher-Untersuchung.

2.3.4.4 Einflüsse biologischer Variablen auf das CSEKP

In weiteren Untersuchungen zum Einfluss endogener Faktoren auf das CSEKP untersuchte die Arbeitsgruppe um Pause eine Reihe von biologischen Variablen, deren Effekte sowohl für die frühen als auch die späten Komponenten nachgewiesen werden konnten.

In einer ersten Studie zu diesem Themengebiet (Pause, Sojka, Krauel, Fehm-Wolfsdorf & Ferstl, 1996b) überprüften die Autoren beispielsweise den Zusammenhang der olfaktorischen Wahrnehmung mit den einzelnen Phasen des Menstruationszyklus. Für alle sechs Probandinnen wurden drei individuelle Sitzungen durchgeführt, die innerhalb der folliculären, ovulatorischen und lutealen Zyklusphase stattfanden. Innerhalb eines Oddball-Paradigmas wurden den Teilnehmerinnen wie in der Studie von Pause und Mitarbeitern (1996a) eine niedrige und eine hohe Konzentration des Duftstoffs Citral als Standard- und Target-Reiz ($p = 0.16$) in zwei Blöcken mit je 100 Trials vorgegeben. Die Autoren fanden einen signifikanten Effekt der Zyklusphase auf die Amplitude der P3-1. Im ersten Block trat in der ovulatorischen Phase eine signifikant größere P3-1 auf als in der folliculären oder lutealen Phase. Gleichzeitig war die Amplitudenabnahme vom ersten zum zweiten Block allerdings auch nur in der ovulatorischen Phase signifikant. Die Autoren sehen dieses Ergebnis als Beleg dafür, dass zum Zeitpunkt des Eisprungs „odors seem to have a more complex or novel character“ (Pause et al., 1996b, p. 51). Das Verschwinden dieses Effektes im zweiten Präsentationsblock ist konsistent mit der Verringerung der Novelty-P3 bei wiederholter Reizexposition, da hiermit der Neuheitswert der Stimuli sinkt. Unterstützt wird diese Interpretation auch durch den Befund, dass die Probandinnen während der ovulatorischen Phase mehr verbale Deskriptoren zur Beschreibung des Dufts verwendeten als in den anderen Zyklusphasen. Auch die Latenzen der Komponenten N1, P2 und P3-2 variierten in Abhängigkeit von der Zyklusphase: Während sich die Latenzen der drei Komponenten in der folliculären Phase vom ersten zum zweiten Block hin verlängerten, verkürzten sie sich in der ovulatorischen Phase. Die Autoren nehmen an, dass es um den Zeitpunkt des Eisprungs zu einer Erleichterung (*facilitation*) der neuronalen Informationsübertragung kommt, die bei wiederholter Stimulusdarbietung in einer schnelleren olfaktorischen Reizverarbeitung resultiert. Zu dieser Interpretation passt auch die Latenzverkürzung der P3-2 vom ersten zum zweiten Block in der ovulatorischen Phase, die als Korrelat einer schnelleren Stimulusevaluation betrachtet wird. Zusammenfassend scheinen olfaktorische Reize zum Zeitpunkt der Ovulation sowohl schneller als auch elaborierter verarbeitet zu werden als zu anderen Zeitpunkten im Menstruationszyklus, wobei sich dieser Zusammenhang eindeutig anhand der Abhängigkeit des CSEKPs vom internen Zustand der Versuchsperson zeigen ließ.

In einer groß angelegten Studie untersuchten Pause und Mitarbeiter darüber hinaus, inwieweit sich eine möglicherweise unterschiedliche Verarbeitung des eigenen und eines fremden Körpergeruchs in den Komponenten des CSEKPs niederschlägt. In einer ersten Studie zu dieser Fragestellung (Pause, Krauel, Sojka & Ferstl, 1999a) zeigte sich sowohl im Rahmen eines passiven als auch eines aktiven Oddball-Paradigmas in der Latenz der N1 und P3-2 eine schnellere Verarbeitung des eigenen gegenüber dem fremden Körpergeruch. Die subjektive Diskriminationsleistung der beiden Gerüche war dagegen mit 30 – 40 % sehr gering und lag unterhalb der Zufallswahrscheinlichkeit. Die Autoren sahen in ihren Ergebnissen einen Hinweis auf die Möglichkeit, mittels der Ableitung des CSEKPs Rückschlüsse über die Wahrnehmbarkeit von Unterschieden im Haupt-Histokompatibilitäts-Komplex (MHC; *major histocompatibility complex*) zu gewinnen. Für das Überleben einer Art scheint eine möglichst große genetische Vielfalt (*Polymorphismus*) im MHC-Typus bedeutsam zu sein, da somit die Wahrscheinlichkeit wächst, dass einzelne Individuen resistent gegen bestimmte Krankheiten sind, die andernfalls zum Aussterben der Art führen könnten. Aus evolutionärer Sicht ist es daher günstig, dass sich die Eltern eines Individuums in ihren MHC-Typen möglichst stark unterscheiden, da auf diese Weise auch das Inzuchtrisiko sinkt. Somit bietet die Identifikation eines geeigneten Partners über den Körpergeruch einen eindeutigen Selektionsvorteil für die Reproduktionsrate. In tierexperimentellen Studien konnte mehrfach nachgewiesen werden, dass verschiedene Spezies in der Lage sind, unterschiedliche MHC-Typen von Artgenossen und Individuen anderer Arten geruchlich zu differenzieren (Schellinck, Rooney & Brown, 1995; Singh, Brown & Roser, 1987, 1988). Die Tiere konnten auch Urinproben von Menschen mit unterschiedlichen MHC-Typen (beim Menschen spricht man auch vom **H**umanen **L**eukozyten-**A**ntigen, HLA) über den Geruchssinn unterscheiden (Ferstl, Eggert, Westphal, Zavazava & Müller-Ruchholtz, 1992; Ferstl, Pause, Schüler, Luszyk, Eggert, Westphal & Müller-Ruchholtz, 1990). Nachdem in einer Humanstudie (Eggert, Uharek, Müller-Ruchholtz & Ferstl, 1993) gezeigt werden konnte, dass Menschen die Urinproben von Tieren mit verschiedenen MHC-Typen am Geruch identifizieren können, wurde zunehmend diskutiert, ob Menschen auch in der Lage sind, unterschiedliche HLA-Typen anhand des Körpergeruchs zu erkennen.

Im Rahmen des groß angelegten HLA-Projektes von Pause wurde daher in einer eigenen Studie (Müller, Pause, Krauel, Sojka, Gottsmann, Rogalski, Krischer, Müller-Ruchholtz & Ferstl, 1999) die Unterscheidbarkeit von Körpergerüchen anhand des HLA-Typs des Geruchspenders untersucht. Hierzu wurde zunächst bei 144 Personen eine HLA-Typisierung vorgenommen. Anschließend wurden aus diesem Pool 20 weibliche Versuchsteilnehmerinnen ausgewählt, denen im Rahmen eines erweiterten Oddball-Paradigmas (Standard, Target, Non-Target) die Düfte von drei anderen Personen präsentiert wurden. Handelte es sich bei den Non-Targets um Körpergerüche von Duftspendern, deren HLA-Typ vom HLA-Typ der Probandin stark abwich, fand sich eine kleinere P3-1-Amplitude als bei Körpergerüchen von HLA-ähnlichen Spendern. Zudem waren die Latenzen aller detektierten Komponenten (N1,

P2, P3-1 und P3-2) in Reaktion auf die Körpergerüche HLA-unähnlicher Spender länger als bei den Gerüchen HLA-ähnlicher Spender. Diese Ergebnisse werden zusätzlich durch Daten zur Valenz- und Attraktivitätseinschätzung ergänzt: Hier fand sich tendenziell eine negativere Beurteilung, wenn der Duft von einer Person stammte, deren HLA-Typ der Probandin sehr ähnlich war im Gegensatz zum Geruch eines HLA-unähnlichen Spenders. Die Befunde lassen sich dahingehend interpretieren, dass die Wahrnehmung eines Körpergeruchs einer HLA-ähnlichen Person zu einer schnelleren und intensiveren Verarbeitung führt und im Gehirn eine Art Alarmreaktion auslöst, die verhindert, dass ein bezüglich des HLA-Typs ungeeigneter Sexualpartner ausgewählt wird.

In einer weiteren Studie (Krauel, Pause, Müller, Sojka, Müller-Ruchholtz & Ferstl, 1998b) wurden mittels desselben Designs 20 männliche Versuchspersonen aus dem oben genannten Pool untersucht. Auch hier zeigen die Ergebnisse eine vergrößerte P3-Amplitude in Reaktion auf einen Körpergeruch eines HLA-ähnlichen gegenüber eines HLA-unähnlichen Spenders. Dieser Effekt war besonders ausgeprägt, wenn die präsentierten Körpergerüche von männlichen Duftspendern stammten. Als eine mögliche Erklärung wird vermutet, dass in dieser Bedingung der wahrgenommene Körpergeruch als ein Signal für die Anwesenheit eines potentiellen Rivalen wahrgenommen werden könnte und ihm aus diesem Grund eine hohe subjektive Bedeutsamkeit zugewiesen wird. Auch hier weisen die Ergebnisse zur Attraktivitäts- und Valenzbewertung in die gleiche Richtung: der Geruch des HLA-ähnlichen Spenders wurde als unangenehmer eingeschätzt als der Geruch des HLA-unähnlichen Spenders.

2.3.4.5 Einflüsse der Atmung auf das CSEKP

Eine wichtige Variable in der Konstanthaltung der Reizpräsentationsbedingungen stellt die Kontrolle der Atmung der untersuchten Person dar. Da bei Nasen- oder einfacher Mundatmung Verwirbelungen des applizierten Luftstroms auftreten, kann es insbesondere zwischen der Ein- und Ausatmungsphase zu Unterschieden in der Anzahl aufgenommener Duftmoleküle kommen, die zu Verzerrungen der Ergebnisse führen. Um diese Fehlerquelle auszuschließen, schlug Kobal (1981) vor, dass die Versuchsperson während der Phase der EEG-Aufzeichnung eine Atemtechnik durchführt, bei der die Verbindung zwischen *Epi-* und *Mesopharynx* mit Hilfe des Gaumensegels verschlossen wird. Da die Atmung somit nur noch über den Mund erfolgt, wird der zur Nase gelangende Duftstrom nicht von der Phase des Atmungszyklus beeinflusst. In Abbildung 2.14 sind die beiden Atmungsformen schematisch gegenübergestellt.

Lorig et al. (1993) sowie Lorig, Matia, Peszka und Bryant (1996) vertreten die Auffassung, dass diese von Kobal eingeführte Atemtechnik nur eingeschränkte Aussagen über die Funktionsweise des olfaktorischen Systems erlaubt. Sie beziehen sich dabei auf Befunde von Freeman und Schneider (1982), die bei Kaninchen eine durch die Einatmung induzierte Veränderung in der Aktivität des *Bulbus olfactorius* fanden. Die Autoren vermuten, dass es hier-

durch zu einer effizienteren Verarbeitung der eintreffenden olfaktorischen Signale kommen könnte (vgl. auch die Befunde von Sobel et al. in Abschnitt 2.1.2.3.) Lorig et al. (1996) untersuchten deshalb, ob atmungs-unabhängige und atmungs-getriggerte Reizung die Parameter des CSEKPs differentiell beeinflussen. Als Stimuli dienten zwei Konzentrationen des Geruchsstoffes Butanol, die mit einem mittleren Interstimulus-Intervall von 16 s (8 – 24 s) dargeboten wurden. Während sich die Parameter der N1 in beiden Präsentationsmethoden nicht unterschieden, war die Amplitude der P3 bei atmungs-unabhängiger Reizung größer. Lorig et al. (1996) interpretieren diesen Effekt dahingehend, dass die Präsentation von Geruchsreizen während der Ausatmung möglicherweise als unerwartetes Ereignis bewertet wurde. Die Atmungsphase (Ein- oder Ausatmung) wurde von den Autoren allerdings nicht als intervenierende Variable erhoben.

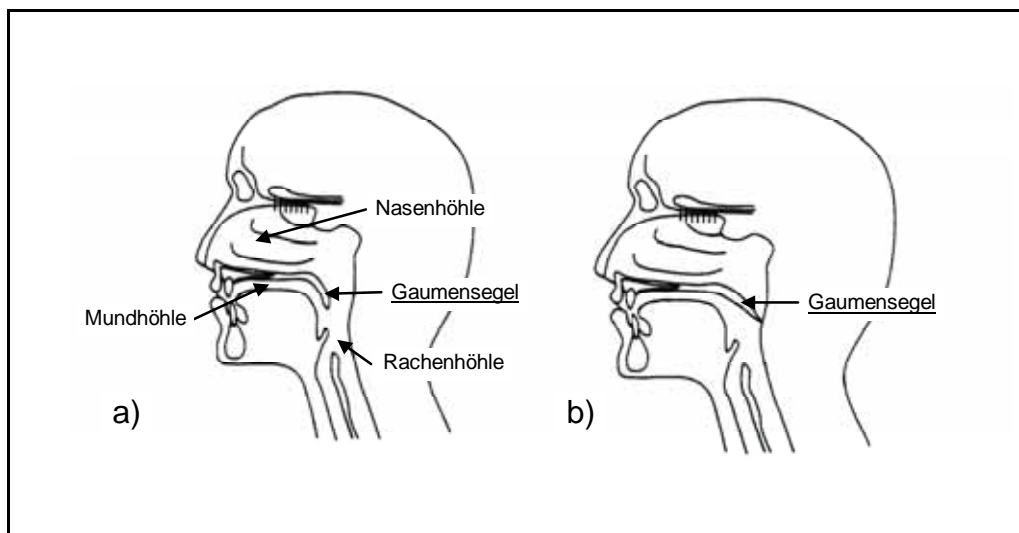


Abbildung 2.14 Schematische Gegenüberstellung a) der normalen Atmung und b) der Gaumensegel-Verschluss-Atmung (modifiziert nach Thesen & Murphy, 2001)

Dies wurde in einer Studie von Pause, Krauel, Sojka und Ferstl (1999b) realisiert, bei der untersucht wurde, welchen Einfluss neben der Art der Atmung die Atmungsphase auf die Form des CSEKPs hat. Die Versuchspersonen sollten in je zwei von vier Blöcken à 60 Trials eine Spontanatmung durchführen. In den anderen beiden Blöcken wandten sie die Technik des „Gaumensegel-Verschlusses“ an. Als Stimulusmaterial diente eine Geruchsmischung, die jeweils für 600 ms mit einem ISI von 8 s präsentiert wurde. Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand darin, die Reize zu zählen. Es zeigte sich bei keiner der beiden Atemformen ein signifikanter Unterschied für die Phase der Atmung (Ein- oder Ausatmung) in der Latenz oder Amplitude der CSEKP-Komponenten. Allerdings fanden sich signifikante Ergebnisse bezüglich der Atemtechnik für die N1 sowie P3-1 und P3-2 (für eine ausführliche Darstellung dieser Komponenten siehe 2.3.4.2). Während die Latenz und die Amplitude der

N1 bei der Spontanatmung kleiner waren als bei der Verschlussstechnik, waren die Amplituden der P3-1 und P3-2 hier größer.

Die Autoren interpretieren diese Ergebnisse dahingehend, dass bei der Verschlussstechnik ein großer Teil der Aufmerksamkeit auf die Atmung gelenkt werden muss und somit nicht mehr für die eigentliche Aufgabe im Versuch zur Verfügung steht. Das könnte auch zu einer Verminderung der subjektiven Reizbedeutung des Target-Reizes führen. Weiterhin könnte die kleinere Amplitude der N1 bei der Spontanatmung durch Latenzverschiebungen aufgrund von Unterschieden in der Ankunftszeit des Reizes an der *Mucosa* während der Ein- und Ausatmung entstanden sein. In der gemittelten Kurve würde sich diese Latenzverschiebung in einer abgeflachten Amplitude zeigen. Ausgehend von ihren Ergebnissen weisen die Autoren darauf hin, dass die beiden unterschiedlichen Atmungsformen unterschiedliche Aspekte der Validität einer Studie erhöhen können: Steht im Vordergrund der Studie eine besonders hohe ökologische Validität, d.h. soll das Experiment die natürlichen Bedingungen möglichst gut abbilden, so empfehlen Pause et al. (1999b) die Spontanatmung. Wird dagegen großer Wert auf eine hohe experimentelle Validität gelegt (Replizierbarkeit des Versuchs), so sollte nach Meinung der Autoren die Verschlussstechnik eingesetzt werden.

Unterstützt werden diese Befunden durch eine aktuelle Arbeit von Thesen und Murphy (2001), bei der eine natürliche Atmung mit der Verschlussstechnik bei jungen und alten Probanden verglichen wurde. Als Duftstoff wurde Amylacetat in einer deutlich geringeren Konzentration eingesetzt, als nötig ist, um eine stechende Empfindung hervorzurufen. Die Stimulusdauer betrug 200 ms bei einem ISI von 3.5 Minuten. Nach jeder Reizdarbietung sollte die Intensität des Duftes eingeschätzt werden, wodurch sichergestellt wurde, dass die Probanden die Reize beachteten. In der Bedingung „Spontanatmung“ wurden die Gerüche manuell in der Inspirationsphase präsentiert, während sie in der Bedingung „Verschlussatmung“ asynchron zum Atmungszyklus vorgegeben wurden. In beiden Altersgruppen ergaben sich signifikant kleinere N1-P2-Differenzamplituden bei der Spontanatmung im Vergleich zur Verschlussatmung, die von den Autoren ebenso als Resultat von Latenzverschiebungen interpretiert werden wie von Pause et al. (1999b). Zusätzlich zeigte sich in dieser Studie eine tendenzielle Latenzverkürzung der P3 bei der Spontanatmung gegenüber der Verschlussatmung. Diese könnte der Ansicht der Autoren zufolge darauf beruhen, dass durch die Präsentation der Düfte während der Einatmungsphase die Erwartung eines Duftreizes zu einem *priming* geführt haben kann, welches die Geruchsverarbeitung erleichtert und somit die Stimulusevaluationszeit (reflektiert in der Latenz der P3) verkürzt.

2.3.4.6 Einflüsse trigeminaler und olfaktorischer Stimulation auf das CSEKP

In vielen Studien konnten Unterschiede in einzelnen CSEKP-Komponenten in Abhängigkeit davon festgestellt werden, ob die präsentierten Gerüche eher zu einer Reizung des olfaktorischen (*Nervus olfactorius*) oder des somatosensorischen (*Nervus trigeminus*) Systems führen. Eine Untersuchung der rein trigeminalen Verarbeitung ist beispielsweise bei anosmischen Personen möglich, die aufgrund von Krankheit oder Verletzung ihren Geruchssinn verloren haben. Kobal und Hummel (1998) konnten an diesen Patienten nur mittels einer trigeminalen Substanz ein CSEKP auslösen. Bei der Vorgabe eines rein olfaktorischen Reizes blieb die zentralnervöse Antwort aus.

In mehreren Studien der Arbeitsgruppe um Kobal (Hummel & Kobal, 1992; Kobal & Hummel, 1988; Kobal, Hummel & Van Toller, 1992; Livermore, Hummel & Kobal, 1992) wurden als Reize Substanzen verwendet, deren olfaktorische und somatosensorische Anteile verschieden groß waren. Dabei wurde meist Schwefeldioxid (SO₂) oder geruchloses Kohlendioxid (CO₂) zur selektiven Stimulation des trigeminalen Systems eingesetzt, während Vanillin oder Schwefelwasserstoff (H₂S) als olfaktorische Reize präsentiert wurden. Analysen der subjektiven Intensitätseinschätzung und der freien Deskriptorwahl ergaben, dass bei Vanillin der olfaktorische Eindruck signifikant höher eingeschätzt wurde als bei SO₂. Hier überwog hingegen der schmerzhafteste, beißende Eindruck. Ein durchgängiger Befund aller Arbeiten ist die unterschiedliche topographische Verteilung der N1 in Reaktion auf olfaktorische und trigeminale Reize. Während trigeminale Stimulation zu einer eindeutig zentralen Dominanz der N1 führten, lösten olfaktorische Reize zentro-parietal die größte N1 Amplitude aus. Hummel und Kobal (1992) konnten zudem zeigen, dass bei monorhinaler trigeminaler Reizung kontralateral größere Amplituden ausgelöst werden als ipsilateral. Für trigeminale Reize hat sich in bisherigen Arbeiten ein klarer positiver Zusammenhang zwischen der Stimulusintensität mit der Amplitude der N1 ergeben (Kobal & Hummel, 1991b). Für olfaktorische Reize wurde zwar von einigen Autoren eine ähnliche Beziehung postuliert (z.B. Kobal & Hummel, 1991b), jedoch ist die Befundlage hier weniger eindeutig. Kobal (1981) konnte nur dann einen Zusammenhang zwischen Konzentrationsstufe und Amplitudengröße herstellen, wenn er mit Gerüchen (Linalool) im stark überschwelligem Bereich operierte. Die Beschreibung der Gerüche durch die Versuchspersonen als scharf und stechend legt nach Pause (1994) allerdings nahe, dass die zentralnervöse Reaktion auf die Gerüche wahrscheinlich eher auf trigeminaler Erregung beruht. Tateyama, Hummel, Roscher, Post und Kobal (1998) fanden bei der Darbietung eines olfaktorischen Reizes (Vanillin) mit zunehmender Intensität eine Vergrößerung der Differenzamplitude N1-P2, die sich aber bei der Einzelbetrachtung der beiden Komponenten nicht wiederfand.

Für die Latenz der N1 wurde wiederholt ein Zusammenhang mit der Intensität sowohl trigeminaler (Kobal & Hummel, 1991b) als auch olfaktorischer Reize (Thiele & Kobal, 1984; Covington, Geisler, Polich & Murphy, 1999; Tateyama et al., 1998) gefunden.

Eine systematische Überprüfung der Zusammenhänge der Konzentration olfaktorischer und trigeminaler Substanzen mit der Amplitude und Latenz der CSEKP-Komponenten nahmen Pause, Sojka und Ferstl (1997) vor. Sie präsentierten ihren Versuchsteilnehmern die beiden Substanzen Linalool (olfaktorisch) und Menthol (trigeminal) in vier verschiedenen Konzentrationsstufen (1:100, 1:200, 1:500, 1:1000). Innerhalb eines Versuchsdurchgangs (25 Trials, ISI = 50 s) wurde jeweils nur eine Konzentration dargeboten. Wie bereits bei den Studien von Kobal und Mitarbeitern war die parietale Dominanz der N1-Amplitude bei den olfaktorischen Reizen stärker ausgeprägt als bei den trigeminalen. Weiterhin konnten die Autoren zeigen, dass bei dem olfaktorischen Duftstoff im Gegensatz zum trigeminalen Stimulus höhere Konzentrationen nicht zu vergrößerten Amplituden führten, sondern signifikant die Latenz der N1 und P2 verringerten. Pause et al. (1997) interpretieren diese Ergebnisse dahingehend, dass ein Konzentrationsanstieg einer olfaktorischen Substanz nicht zu einer Erhöhung der aktivierten Neurone führt, sondern in einer qualitativ anderen Verarbeitung resultiert.

2.3.4.7 Zusammenfassung

Erste Studien zur Untersuchung der zentralnervösen Geruchsverarbeitung mittels CSEKPs konzentrierten sich zunächst auf die Beeinflussung einzelner Komponenten durch exogene Reizeigenschaften wie die Intensität und Dauer der Duftdarbietung. Weiterhin konnte eine unterschiedliche Verarbeitung der Reize in Abhängigkeit davon festgestellt werden, ob eher das olfaktorische oder das trigeminale System angesprochen wurde. Hier fanden sich vor allem Effekte auf die frühe N1-Komponente, deren Amplitude und topographische Verteilung durch die genannten Parameter moduliert wird. In späteren Arbeiten gelang es insbesondere der Arbeitsgruppe um Pause, Nachweise dafür zu sammeln, dass die Komponenten des CSEKPs ebenso wie bei anderen Modalitäten durch endogene Variablen wie Aufmerksamkeit, subjektive Reizbedeutsamkeit und emotionalen Gehalt der Reize beeinflusst werden. Hierbei konnten die Autoren zeigen, dass sich die N1 sowie P3-1 und P3-2 bis auf ihre verlängerten Latenzen analog zu den entsprechenden Komponenten der auditorischen und visuellen Modalität verhalten.

3 PRÄZISIERUNG DER FRAGESTELLUNG UND ABLEITUNG DER INHALTLICHEN HYPOTHESEN

3.1 Fragestellung

Bei der Untersuchung des Konzepts des *restrained eating* wurden in verschiedenen Bereichen Auffälligkeiten der gezügelten Esser im Vergleich zu den ungezügelten Essern festgestellt. Während die Nahrungsaufnahme der ungezügelten Esser größtenteils durch physiologische Parameter bestimmt wird, orientieren sich die gezügelten Esser hauptsächlich an kognitiven Diätregeln. So vermeiden sie beispielsweise fett- und zuckerreiche Lebensmittel, nehmen nur kleine Portionen zu sich und beenden eine Mahlzeit, bevor eine Sättigung eintritt. Aufgrund dieser massiven Einschränkungen kommt es bei vielen gezügelten Essern häufig zu einer Disinhibition dieser kognitiven Kontrolle des Essverhaltens. Als disinhibierende Faktoren wurden neben der zeitweisen Überschreitung einer kognitiven Diätgrenze auch emotionale und perzeptuelle Einflüsse nachgewiesen. Während im Rahmen der Entwicklung des *Restrained-Eating*-Konzeptes ein Hauptaugenmerk auf die im Labor häufig zu beobachtende *counter regulation* der gezügelten Esser gelegt wurde, beschäftigten sich neuere Arbeiten auch mit physiologischen Besonderheiten und der selektiven Informationsverarbeitung bei gezügelten Essern.

Aufgrund der Ähnlichkeit der gezügelten Esser mit essgestörten Patienten hinsichtlich beispielsweise der Speichelrate in Reaktion auf appetitliche Nahrungsreize oder der Reaktion auf Nahrungsworte lässt sich annehmen, dass ein gezügeltes Essverhalten eine wichtige Rolle bei der Entstehung einer Essstörung mit vorwiegend bulimischem Verhalten spielt. Da viele Autoren die Sichtweise bestätigen, dass bei der Einhaltung der Diätgrenze mit Hilfe der Kontrolle des Essverhaltens kognitive Faktoren im Vordergrund stehen, lässt sich vermuten, dass es sich hier um gelerntes Verhalten handelt. Diese Annahme wird zudem durch Studien nahegelegt, bei denen in der Reaktion auf Nahrungsreize bei den essgestörten Personen nach einer erfolgreichen Therapie eine Angleichung an die Werte der ungezügelten Esser stattfand.

Ausgehend von der Annahme eines Beitrags des gezügelten Ernährungsstils zur Entstehung einer bulimischen Essstörung soll in dieser Studie untersucht werden, inwiefern sich ungezügelte Esser, gezügelte Esser und essgestörte Personen in ihrer Reaktion auf Nahrungsreize unterscheiden. Es wird dabei postuliert, dass sich das Ausmaß des gestörten Essens auf einem Kontinuum abbilden lässt, bei dem die ungezügelten Esser einerseits und die essgestörten Patienten andererseits Extrempositionen einnehmen. Diesem Ansatz zufolge sollten sich die gezügelten Esser zwischen diesen beiden Extremen befinden, wobei bisher nicht genau festgelegt werden konnte, ob sie eher im Bereich der ungezügelten Esser oder der essgestörten Patienten angesiedelt werden müssen. Um diese Frage zu klären, wird in der vorliegenden

Untersuchung die Hypothese aufgestellt, dass sich die ungezügelten Esser deutlich von den anderen beiden Gruppen differenzieren, während die Unterschiede zwischen den gezügelten Essern und den Patienten geringer ausfallen.

Als Nahrungsreize sollen dabei aus mehreren Gründen olfaktorische Stimuli verwendet werden. Erstens trägt die Geruchsempfindung entscheidend zum Aromaeindruck einer Speise bei, so dass der Geruch als potenter Nahrungsstimulus eine große Bedeutung für die Nahrungsauswahl besitzt. Weiterhin wurden im orbitofrontalen Kortex von Affen Neurone gefunden, die vornehmlich olfaktorische Information verarbeiten und deren Aktivität von dem Belohnungswert einer Speise abhängt. Studien mit bildgebenden Verfahren fanden beim Menschen ebenfalls einen Einfluss des motivationalen Wertes eines Lebensmittels auf die Aktivität im orbitofrontalen Kortex, die mit zunehmender Sättigung abnahm. Darüber hinaus ist wiederholt ein enger Zusammenhang zwischen geruchs- und emotionsverarbeitenden Hirnstrukturen nachgewiesen worden, der sich auf funktionaler Ebene beispielsweise darin zeigt, dass geruchsinduzierte Erinnerungen eine starke affektive Tönung aufweisen und bei einer Geruchswahrnehmung meist eine spontane Valenzeinschätzung erfolgt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die hedonische Qualität eines Geruches nicht ein ihm inhärentes Charakteristikum ist, sondern aufgrund von soziokulturellen Einflüssen und Lernerfahrungen individuell unterschiedlich beurteilt wird. Ein letztes Argument für die Wahl von Gerüchen als Nahrungsreize liegt darin, dass bereits in mehreren Studien Auffälligkeiten in der Speichelrate in Reaktion auf angenehme Nahrungsdüfte bei gezügelten Essern und essgestörten Patienten nachgewiesen werden konnten.

Aus diesen Gründen scheinen Gerüche besonders geeignet, um die Annahme zu untersuchen, dass gezügelte Esser und essgestörte Patienten aufgrund von kognitiven Prozessen und Lernerfahrungen Nahrungsreize anders verarbeiten als gesunde ungezügelte Esser. Dabei ist in Übereinstimmung mit anderen Studien zu vermuten, dass unangenehme Nahrungsgerüche, die auf verdorbene Speisen hindeuten, von den drei Gruppen ähnlich verarbeitet und hinsichtlich ihrer affektiven Qualität vergleichbar beurteilt werden. Angenehme Nahrungsdüfte hingegen sollten von den gesunden Essern als positiv und belohnend empfunden und verarbeitet werden, während bei den anderen beiden Gruppen eine emotionale Ambivalenz vermutet werden kann: Einerseits repräsentiert ein angenehmer Nahrungsgeruch eine appetitliche Speise, welche die Person gerne verzehren würde. Gleichzeitig stellt der Duft aber eine Bedrohung der kognitiven Diätgrenze dar, deren Überschreitung zu einem Kontrollverlust mit Überessen und anschließenden Schuldgefühlen führen könnte. Die Antizipation dieses als unangenehm zu interpretierenden Erlebnisses sollte eine andere Verarbeitung und Beurteilung der positiven Nahrungsgerüche bei gezügelten Essern und essgestörten Patienten bewirken.

Zusätzlich sollen diese Annahmen auch für visuelle Stimuli überprüft werden, da auch für diese Reizklasse bereits Unterschiede zwischen gezügelten und ungezügelten Essern nachgewiesen werden konnten. Weiterhin hat der Anblick einer appetitlichen Speise einen ähnlich hohen Anreizwert wie ihr Geruch und führt ebenfalls zu einer Aktivität im orbitofrontalen

Kortex. Zudem fanden sich in zahlreichen Studien beim Betrachten von Farbfotografien mit emotional positiven und negativen Inhalten Unterschiede in der Informationsverarbeitung. Es lässt sich somit vermuten, dass es auch zwischen ungezügelten Essern einerseits und gezügelten Essern sowie essgestörten Patienten andererseits zu unterschiedlichen Reaktionen auf Abbildungen von appetitlichen Nahrungsmitteln kommen sollte. Es wird allerdings erwartet, dass die Unterschiede zwischen den Gruppen hier weniger deutlich hervortreten als bei olfaktorischen Reize, da die visuellen Hirnareale weniger direkt und intensiv mit dem limbischen System verbunden sind als die geruchsverarbeitenden Strukturen.

Um feststellen zu können, ob es sich bei den erwarteten Gruppenunterschieden um nahrungsspezifische Effekte handelt, sollen als Kontrollreize Gerüche und Bilder dargeboten werden, die in keinem Zusammenhang mit Nahrungsmitteln stehen. Hier eignen sich als olfaktorische Reize besonders Blumendüfte und dementsprechend als visuelle Stimuli Fotoaufnahmen von verschiedenen Landschaften. Um eine Abgrenzung der Reaktionen auf positive gegenüber negativen Nahrungsreizen treffen zu können, werden als zusätzliche Vergleichsreize unangenehme und ekelerregende Gerüche und Bilder präsentiert. Bei beiden genannten Reizklassen (nicht nahrungsbezogene Reize und unangenehme Nahrungsstimuli) werden keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen erwartet.

Überprüft werden alle Annahmen sowohl anhand subjektiver als auch objektiver Maße: Auf der subjektiven Seite werden hierzu die Einschätzungen der Versuchspersonen hinsichtlich der Valenz und Intensität der Reize erhoben. Bei den visuellen Stimuli kommt als weiteres Maß das Dominanzempfinden hinzu. Zu diesen Maßen werden überwiegend gerichtete Hypothesen formuliert, die mit dem Empfinden bei der Antizipation eines Kontrollverlustes in Einklang stehen. Um einen Einblick in die frühe Informationsverarbeitung der zu untersuchenden Personengruppen zu erhalten, wird als objektives Maß die Hirnstromaktivität in Form des ereigniskorrelierten Potentials aufgezeichnet. Hiermit lassen sich innerhalb der ersten Sekunden nach Stimuluspräsentation Unterschiede in der Reizverarbeitung nachweisen. Um sowohl Aspekte der automatischen als auch der kontrollierten Verarbeitung zu erfassen, sollen sowohl frühe (N1, P2) als auch späte (P3, N4, pSW) Komponenten der olfaktorisch und visuell ereigniskorrelierten Potentiale ermittelt werden.

Aufgrund der bereits oben genannten Annahmen, dass es sich bei der veränderten Verarbeitung von Nahrungsreizen der gezügelten Esser und essgestörten Patienten um gelernte, kognitive Mechanismen handelt, wird erwartet, dass diese Unterschiede eher in den kontrollierten als in der automatischen Prozessen sichtbar werden. Dabei kann anhand des derzeitigen Forschungsstandes keine Aussage darüber getroffen werden, auf welche Weise sich diese veränderte Informationsverarbeitung zeigt. Viele Studienergebnisse lassen sich dahingehend interpretieren, dass essgestörte Patienten und gezügelte Esser Nahrungsreizen gegenüber eine erhöhte selektive Aufmerksamkeit im Sinne eines *attentional bias* zeigen. In diesem Fall sollten sie auf entsprechende Reize verstärkt reagieren. Einige Arbeiten deuten allerdings darauf hin, dass diese Personengruppen versuchen, die Wahrnehmung appetitlicher Nahrungsreize abzu-

wehren und somit eher verminderte Reaktionen zeigen. Da sich bisher also keine Entscheidung über die Richtung der Abweichung der essgestörten Patienten und gezügelten Esser von den ungezügelten Essern treffen lässt, sollen die entsprechenden Annahmen mittels ungerichteter Hypothesen untersucht werden.

3.2 Hypothesen

Hypothese 1:

Bei der Einschätzung der Valenz der positiven Nahrungsreize geben essgestörte Patienten und gezügelte Esser negativere Werte an als ungezügelte Esser.

Hypothese 2a:

Essgestörte Patienten und gezügelte Esser beurteilen die Intensität des positiven Nahrungsgeruchs anders als ungezügelte Esser.

Hypothese 2b:

Essgestörte Patienten schätzen ihr Arousal bei den positiven Nahrungsbildern höher ein als ungezügelte Esser.

Hypothese 3:

Essgestörte Patienten geben bei den positiven Nahrungsbildern ein niedrigeres Dominanzempfinden an als ungezügelte Esser.

Hypothese 4:

Ungezügelte Esser unterscheiden sich bei der Präsentation positiver Nahrungsgerüche hinsichtlich der Latenz und/oder Amplitude mindestens einer der detektierten CSEKP-Komponenten von essgestörten Patienten.

Hypothese 5:

Ungezügelte Esser unterscheiden sich bei der Präsentation positiver Nahrungsbilder hinsichtlich der Latenz und/oder Amplitude mindestens einer der detektierten VEKP-Komponenten von den essgestörten Patienten.

Zusatzannahmen:

1. Auf dem Kontinuum gestörten Essverhaltens, auf dem ungezügelte Esser einerseits und essgestörte Patienten andererseits die Extrempositionen darstellen, liegt die Position der gezügelten Esser dichter an den Patienten als an den ungezügelten Essern.
2. Bei unangenehmen Nahrungsreizen und nicht nahrungsassozierten Reizen gibt es keine Gruppenunterschiede.
3. Die Gruppenunterschiede zeigen sich deutlicher bei der kontrollierten Verarbeitung, sollten also vor allem in den späten Komponenten P3, N4 und pSW sichtbar werden.
4. Bei den olfaktorischen Stimuli treten mehr und/oder deutlichere Unterschiede auf als bei den visuellen Reizen.

4 METHODIK

4.1 Planung und Design der Untersuchung

Im Rahmen dieser Studie wurden drei Personengruppen untersucht, die sich hinsichtlich ihres Essverhaltens folgendermaßen unterscheiden: Bei der ersten Gruppe handelte es sich um gesunde junge Frauen, die im „Fragebogen zum Essverhalten“ (FEV, siehe Abschnitt 4.2.2.3.2) bei der Skala „Kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ niedrige bis sehr niedrige Werte erzielten und somit als „ungezügelter Esser“ (*unrestrained eaters*, UE) kategorisiert wurden. Die zweite Gruppe umfasste gesunde junge Frauen, die anhand ihrer hohen bis sehr hohen Werte auf dieser FEV-Skala als „gezügelter Esser“ (*restrained eaters*, RE) eingeordnet wurden. Die dritte Gruppe setzte sich aus essgestörten Patientinnen zusammen. Laut ihren Selbstaussagen in einem klinisch diagnostischen Interview (Strukturiertes **K**linisches **I**nterview nach **D**SM **I**V, **S**KID **I**V, siehe Abschnitt 4.2.2.3.1) befanden sie sich aktuell in einem Remissionsstadium der Essstörungen „Bulimia nervosa“ oder „Anorexia nervosa mit bulimischem Subtypus (*binge purging*)“.

Die Studie wurde in zwei Untersuchungssitzungen unterteilt. Die Versuchspersonen erhielten in der ersten Sitzung ausführliche Informationen über den Ablauf der Studie und über die zu verwendenden Methoden und Materialien. Anhand der Angaben im SKID und im FEV wurden die Teilnehmerinnen einer der drei Gruppen zugeordnet oder mussten aufgrund bestimmter Kriterien (vgl. Abschnitt 4.2.1.2) von der Teilnahme an dieser Untersuchung ausgeschlossen werden. In der zweiten Sitzung wurden allen Teilnehmerinnen in jeweils zwei Blöcken sowohl visuelle als auch olfaktorische Nahrungsreize präsentiert. Neben der Vorgabe angenehmer, appetitlicher Nahrungsstimuli wurden zur Kontrolle nahrungsspezifischer Effekte auch unangenehme, ekelerregende nahrungsassoziierte Stimuli und nicht nahrungsbezogene Reize dargeboten.

Um zu untersuchen, ob sich die Gruppen in einzelnen Aspekten der zentralnervösen Verarbeitung von Nahrungsreizen unterscheiden, wurden die EKPs aufgezeichnet und einzelne Komponenten als objektives Maß für unterschiedliche Verarbeitungsprozesse analysiert. Zusätzlich wurde bei jedem dargebotenen Reiz eine motorische Reaktion erhoben. Diese diente der Erfassung der subjektiven Einschätzung eines dargebotenen Reizes durch die Probandin als nahrungsbezogenen oder nicht. Zum anderen wird über diese Aufgabenstellung sichergestellt, dass alle Reize aufmerksam beachtet werden. Darüber hinaus wurden die Teilnehmerinnen um weitere subjektive Bewertungen der einzelnen Stimuli gebeten. Eine zusammenfassende Darstellung des Versuchsplans findet sich in Tabelle 4.1.

Tabelle 4.1 Versuchsdesign der vorliegenden Studie

Stimuli Gruppe	olfaktorisch			visuell			
	Rose	Zwiebel	Karamell	Landschaft	Ekel	Herzhaft	Süß
UE	<u>Subjektive Bewertung</u> Nahrung: ja/nein ? Intensität Valenz positiv Valenz negativ			<u>Subjektive Bewertung</u> Nahrung: ja/nein ? Valenz Arousal Dominanz			
RE							
PE	<u>Zentralnervöse Verarbeitung</u> Komponenten im CSEKP: N1, P2, P3, pSW			<u>Zentralnervöse Verarbeitung</u> Komponenten im VEKP: N1, P2, N2, P3, N4, pSW			

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten

4.2 Durchführung der Untersuchung

4.2.1 Stichprobe

4.2.1.1 Rekrutierung der Stichprobe

Die gesunden Teilnehmerinnen wurden über Aushänge auf dem Universitätsgelände geworben. Bei den ungezügelter Esserinnen handelte es sich überwiegend um Psychologiestudentinnen im Grundstudium, deren freiwillige Teilnahme durch die Bescheinigung von „Versuchspersonenstunden“ vergütet wurde. Alle anderen Probandinnen erhielten für die Teilnahme in jeder der beiden Sitzungen einen Geldbetrag. Die gezügelten Esserinnen waren z.T. durch Aushänge auf die Studie aufmerksam geworden, in denen „Frauen mit Diäterfahrungen“ oder „Frauen, die über dem Idealgewicht liegen“ gesucht wurden.

Die Patientinnen wurden in Zusammenarbeit mit den sozialtherapeutischen Wohngruppen LUNA e.V. in Kiel und der Medizinisch-Psychosomatischen Fachklinik in Bad Bramstedt rekrutiert. Außerdem wurden Aushänge in psychosozialen Beratungsstellen und psychotherapeutischen Praxen gemacht. Zum Zeitpunkt der Untersuchung befand sich keine Patientin in klinisch-stationärer Behandlung.

4.2.1.2 Ausschlusskriterien

Um sicherzustellen, dass es sich bei den ungezügelten und gezügelten Esserinnen um körperlich und psychisch gesunde Personen handelte, wurden Frauen, bei denen aufgrund der Angaben im diagnostischen Interview (vgl. Abschnitt 4.2.2.3.1) der Verdacht auf eine psychische Auffälligkeit bestand, vom zweiten Untersuchungstermin ausgeschlossen. Bei den Patientinnen wurden nur Frauen in die Studie aufgenommen, deren Erkrankung ein bulimisches Essverhalten beinhaltete, also Anorektikerinnen mit bulimischem Subtypus und Bulimikerinnen. Frauen, bei denen keine dieser beiden oder eine andere klare Diagnose gestellt werden konnte, wurden nicht zu einem zweiten Untersuchungstermin gebeten. Ebenso wurde mit Personen die unter Stoffwechselerkrankungen (wie z.B. Diabetes mellitus) litten oder aus medizinischen Gründen eine bestimmte Diät einhalten mussten, keine EEG-Untersuchung durchgeführt. Auch Frauen, die über Erkrankungen, Verletzungen oder Operationen im Nasen-Rachenraum oder im Schädel-Hirn-Bereich berichteten, nahmen nicht an der Studie teil.

Gesunde Personen, deren Werte in der ersten FEV-Skala (siehe Abschnitt 4.2.2.3.2) in einen mittleren Bereich fielen, konnten weder der Gruppe der gezügelten noch der ungezügelten Esser zugeordnet werden, so dass in diesem Fall keine zweite Untersuchungssitzung stattfand.

Ein weiteres Ausschlusskriterium stellte ein zu hoher Wert auf der sogenannten „Lügen-Skala“ des während der zweiten Sitzung erhobenen Persönlichkeitsfragebogen „Eysenck-Persönlichkeits-Inventar“ (EPI, siehe Abschnitt 4.2.2.3.3) dar. Da in diesem Fall vermutet werden muss, dass auch die Angaben im FEV durch eine starke Tendenz zur sozialen Erwünschtheit verzerrt werden, wurden gesunde Personen mit fünf oder mehr entsprechend beantworteten Items nachträglich aus der Auswertung ausgeschlossen.

Technische Probleme oder Schwierigkeiten bei der Versuchsdurchführung führten zu einem nachträglichen Ausschluss einzelner Versuchspersonen.

Die erste Untersuchungssitzung wurde mit insgesamt 61 Frauen durchgeführt. Aus den zuvor beschriebenen Gründen nahmen 29 Probandinnen nicht an der zweiten Sitzung teil oder wurden nachträglich aus der Datenauswertung ausgeschlossen. Eine detaillierte Auflistung der Versuchspersonen, deren Daten nicht in die statistische Analyse einbezogen wurden, ist in Anhang C2 zusammengestellt.

4.2.1.3 Beschreibung der endgültigen Stichprobe

Eine statistische Analyse wurde anhand der Daten von insgesamt 32 jungen Frauen im Alter zwischen 19 und 31 Jahren ($M = 23.25$; $SD = 3.45$) durchgeführt.

Da aufgrund technischer Besonderheiten (Elektroden- oder Augenartefakte, fehlende oder fehlerhafte Aufzeichnung, etc.) nicht für jede erfasste abhängige Variable Daten von allen Versuchsteilnehmerinnen zur Verfügung standen, werden die Stichproben, die jeweils für die Auswertung der olfaktorischen und der visuellen Stimulation zusammengestellt wurden, ge-

trennt betrachtet. Für die Auswertung des olfaktorischen Teils (subjektive Beurteilung der Düfte, CSEKP-Aufzeichnung und motorisch Reaktion) konnten die Daten von maximal 30 Personen verwendet werden. In die Auswertung des visuellen Teils (Einschätzung der Bilder, Ableitung der VEKPs und motorische Reaktion) gingen die Daten von höchstens 31 Teilnehmerinnen ein.

Anhand der Fragebogenwerte sowie einer diagnostischen Einschätzung körperlicher Probleme und psychischer Auffälligkeiten im Rahmen des strukturierten Interviews wurden die Frauen den einzelnen Untersuchungsgruppen zugeteilt. Während sich hinsichtlich des BMIs mittels einfaktorieller Varianzanalysen keine signifikanten Gruppenunterschiede finden (olfaktorisch: $F_{2,27} = 1.192$, $p > 0.3$; visuell: $F_{2,28} = 0.792$, $p > 0.4$), entsprechen die Unterschiede in der ersten Skala des FEV „Kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ der Vorauswahl (olfaktorisch: $F_{2,27} = 86.80$, $p < 0.0001$; visuell: $F_{2,28} = 92.94$, $p < 0.0001$). Anschließende Scheffé-Tests ergeben jeweils signifikante Unterschiede zwischen den ungezügelter Esserinnen und den beiden anderen Gruppen ($p < 0.0001$), während sich letztere statistisch nicht voneinander differenzieren lassen ($p > 0.5$). Dabei sind die Werte bei den ungezügelter Teilnehmerinnen deutlich niedriger als bei den gezügelten und essgestörten Personen.

Für die zweite Skala „Störbarkeit des Essverhaltens“ zeigt sich ein ähnliches Muster. Auch hier ergeben die durchgeführten einfaktoriellen Varianzanalysen signifikante Gruppenunterschiede (olfaktorisch: $F_{2,27} = 8.70$, $p \leq 0.001$; visuell: $F_{2,28} = 5.91$, $p < 0.01$).

Allerdings beruhen die Unterschiede in diesem Fall auf deutlich höheren Werten der essgestörten Gruppe gegenüber den anderen beiden Gruppen. Sowohl bei der olfaktorischen als auch bei der visuellen Stimulation zeigen Scheffé-Tests, dass der Unterschied zwischen den Patienten und den ungezügelter Essern ein Signifikanzniveau von 1 % (zweiseitig) erreicht, während sich die gezügelten Esser weniger stark von den Patienten differenzieren lassen. Bei der olfaktorischen Stimulation unterscheiden sich die beiden Gruppen zwar noch auf einem Signifikanzniveau von 5 %, bei der visuellen ergibt sich allerdings nur eine leichte Tendenz zur Signifikanz ($p < 0.2$). Die gezügelten und ungezügelter Studienteilnehmerinnen hingegen lassen sich in beiden Präsentationsbedingungen statistisch nicht voneinander trennen ($p > 0.4$). Tabelle 4.2 fasst jeweils die entsprechenden Kennwerte der einzelnen Gruppen sowie der Gesamtgruppe zusammen.

Eine Aufstellung weiterer für die olfaktorische oder visuelle Wahrnehmung relevanter Faktoren findet sich in Tabelle 4.3. Die Daten entstammen dem „Fragebogen zum Duft- und Bild-Versuch“ (siehe Abschnitt 4.2.2.3.5 sowie Anhang B.2.2) und dem „Fragebogen zur Händigkeit“ (siehe Abschnitt 4.2.2.3.4 sowie Anhang B.2.4), die den Probandinnen während der EEG-Sitzung vorgelegt wurden.

Tabelle 4.2 Mittelwerte und Standardabweichungen von BMI und FEV: Skala 1 „Kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ und Skala 2 „Störbarkeit des Essverhaltens“ der drei Gruppen, getrennt für die olfaktorische und visuelle Stimuluspräsentation

olfaktorisch							
Gruppe	N	BMI		FEV Skala 1		FEV Skala 2	
		M	SD	M	SD	M	SD
UE	13	22.53	3.06	2.54	1.85	5.62	3.57
RE	9	22.76	4.45	13.56	2.96	7.11	2.52
PE	8	25.99	8.33	14.88	2.53	11.38	2.83
gesamt	30	23.52	5.33	9.13	6.33	7.60	3.84
visuell							
Gruppe	N	BMI		FEV Skala 1		FEV Skala 2	
		M	SD	M	SD	M	SD
UE	13	22.63	3.05	2.38	1.89	5.31	3.71
RE	9	22.76	4.45	13.56	2.96	7.11	2.52
PE	9	25.32	8.05	14.78	2.39	10.44	3.84
gesamt	31	23.45	5.27	9.23	6.36	7.32	3.98

UE: ungezügelte Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten;
M: Mittelwert; SD: Standardabweichung

Bei den Variablen „Alter“ und „Schlafdauer vor Versuch“ finden sich mittels einfaktorieller Varianzanalysen sowohl für die Stichprobe der olfaktorischen ($F_{2,27}(\text{Alter}) = 0.709$, $p > 0.5$; $F_{2,27}(\text{Schlafdauer}) = 0.173$, $p > 0.8$) als auch der visuellen Stimulation ($F_{2,28}(\text{Alter}) = 1.06$, $p > 0.3$; $F_{2,28}(\text{Schlafdauer}) = 0.132$, $p > 0.8$) keine signifikanten Gruppenunterschiede. Für die Variablen „Händigkeit“, „Rauchen“, „Alkoholkonsum“ und „Einnahme oraler Kontrazeptiva“ wurde mittels exakter χ^2 -Tests untersucht, ob sich die Verteilungen innerhalb der drei Gruppen signifikant unterscheiden.

Bezüglich der Händigkeit fanden sich bei beiden Stimulationsbedingungen in allen Gruppen vergleichbare Anteile (olfaktorisch: $\chi^2_{\text{exakt}} = 0.63$, $p_{\text{exakt}} = 1.0$; visuell: $\chi^2_{\text{exakt}} = 1.19$, $p_{\text{exakt}} = 0.799$) von Rechts- und Links- bzw. Beidhändern (diese Kategorien wurden aufgrund der geringen Personenzahl zusammengefasst). Dabei liegt der Anteil an Rechtshändern mit etwa 90 % über dem von Spreen und Strauss (1998) berichteten Wert von ca. 70 % für normale, gemischtgeschlechtliche Stichproben, wobei die Autoren insgesamt von einem etwas höheren Anteil von Linkshändern unter männlichen Versuchsteilnehmern ausgehen.

Auch bei der Unterteilung der Versuchsteilnehmerinnen in Raucher sowie Gelegenheits- und Nichtraucher unterschieden sich die drei Gruppen in keiner der beiden Bedingungen (olfaktorisch: $\chi^2_{\text{exakt}} = 2.49$, $p_{\text{exakt}} = 0.726$; visuell: $\chi^2_{\text{exakt}} = 2.762$, $p_{\text{exakt}} = 0.653$).

Trotz der Bitte um Verzicht hatte in jeder Gruppe mindestens eine der Probandinnen am Abend zuvor Alkohol konsumiert. Dabei kam es allerdings zu keinen statistisch bedeutsamen Gruppenunterschieden hinsichtlich des prozentualen Anteils dieser Versuchspersonen (olfaktorisch: $\chi^2_{\text{exakt}} = 2.99$, $p_{\text{exakt}} = 0.278$; visuell: $\chi^2_{\text{exakt}} = 1.563$, $p_{\text{exakt}} = 0.611$).

Ebenso weisen die Ergebnisse des χ^2 -Tests auf eine Gleichverteilung der Frauen hin, die zum Zeitpunkt der Untersuchung orale Kontrazeptiva verwendeten (olfaktorisch: $\chi^2_{\text{exakt}} = 2.781$, $p_{\text{exakt}} = 0.294$; visuell: $\chi^2_{\text{exakt}} = 2.647$, $p_{\text{exakt}} = 0.324$).

In der Gruppe der ungezügelter Esserinnen hatten eine und in der Gruppe der Patientinnen zwei Personen innerhalb der letzten drei Tage vor dem Versuch Aspirin[®] (Acetylsalicylsäure) gegen Kopfschmerzen eingenommen. Zudem hatte eine der Patientinnen in dieser Zeit Iberogast[®] (pflanzliches Präparat zur Steigerung der Darm-Motilität) verwendet. In der Gruppe der gezügelten Frauen nahm eine Person aufgrund zu niedrigen Blutdrucks regelmäßig das adrenerge Antihypertonikum Novadral[®] (Norfenefrin) ein.

Da in der Stichprobe zur olfaktorischen Stimulation die Angaben zur Regelmäßigkeit und Länge des Menstruationszyklus nicht von jeder Probandin erfasst wurden, lassen sich hier keine statistischen Aussagen treffen. Deskriptiv fällt allerdings auf, dass von den Patientinnen mehr Unregelmäßigkeiten berichtet wurden als in den anderen beiden Gruppen. Auch für die Messung des Visus stehen in der Stichprobe zur visuellen Stimulation nicht von allen Teilnehmerinnen Daten zur Verfügung, so dass ein statistischer Vergleich der Gruppen entfällt. Allerdings weisen die getesteten Versuchspersonen (etwa die Hälfte der gezügelten und ungezügelter Frauen sowie alle Patientinnen) mit Visus-Werten zwischen 83 und 111 eine normale Sehfähigkeit auf (teilweise durch Sehhilfe korrigiert). Eine für jede Versuchsperson einzeln aufgeschlüsselte Darstellung findet sich in Anhang C1.

Tabelle 4.3 Mittelwerte und Standardabweichungen bzw. Prozentanteile der Teilnehmerangaben zu Alter und Schlafdauer sowie Alkoholgenuss am Vorabend des Versuchs, Einnahme oraler Kontrazeptiva, Rauchgewohnheiten und Händigkeit

olfaktorisch									
Gruppe	N	Alter		Schlafdauer		Alkohol	Rechtshänder	Orale K.	Raucher
		M	SD	M	SD	%	%	%	%
UE	13	22.23	2.68	7.71	1.06	15.40	92.30	53.80	15.40
RE	9	23.89	4.57	7.83	2.24	33.30	88.90	77.80	11.10
PE	8	23.50	3.02	8.13	1.38	0.00	87.50	37.50	37.50
gesamt	30	23.07	3.39	7.86	1.53	16.70	90.00	56.70	20.00

Tabelle 4.3 Fortsetzung

visuell									
Gruppe	N	Alter		Schlafdauer		Alkohol	Rechts- händer	Orale K.	Raucher
		M	SD	M	SD	%	%	%	%
UE	13	22.15	2.64	7.71	1.06	15.40	92.30	46.20	15.40
RE	9	23.89	4.57	7.83	2.24	33.30	88.90	77.80	11.10
PE	9	24.11	3.37	8.06	1.31	11.10	77.80	44.40	33.30
gesamt	31	23.23	3.50	7.85	1.50	19.40	87.10	54.80	19.40

UE: ungezügelte Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten;
M: Mittelwert; SD: Standardabweichung

Die gesunden Teilnehmerinnen litten weder unter körperlichen noch psychischen Erkrankungen und hatten bisher keine stationäre oder ambulante psychologische oder psychiatrische Therapie in Anspruch genommen.

Von den essgestörten Patientinnen hatten bis auf eine bereits alle mindestens eine Therapie-maßnahme durchlaufen und waren in stationärer Behandlung gewesen. Die durchschnittliche Dauer des Aufenthalts in einer Klinik betrug dabei 3.9 Monate. Die Erkrankungsdauer schwankte zwischen fünf und zwölf Jahren und lag im Mittel bei 8.2 Jahren. Es zeigte sich bei diesen Personen außerdem eine hohe Komorbidität mit anderen psychischen Erkrankungen, darunter besonders Angst- und affektive Störungen, die bei einem Teil der Frauen zum Untersuchungszeitpunkt medikamentös behandelt wurden. Tabelle 4.4 gibt einen Überblick über die Dauer der Erkrankung, Anzahl und Dauer von Klinikaufhalten sowie Zusatzdiagnosen und Medikation. Tabelle 4.5 enthält eine Zusammenstellung der von den Patientinnen regelmäßig verwendeten Arzneimittel sowie deren Hauptwirkstoffe und Anwendungsgebiete (Rote Liste, 2002).

Dabei muss beachtet werden, dass alle Daten durch die persönlichen Angaben der Patientinnen gewonnen wurden und eine Objektivierung nur bei der Diagnosestellung durch die Einschätzung der Versuchsleiterin erfolgen konnte. Allerdings spiegelt sich die Psychopathologie der essgestörten Patientinnen z.T. auch in den beiden Persönlichkeitsdimensionen wider, die zur zusätzlichen Beschreibung der Stichprobe mittels des EPI (für eine ausführliche Darstellung siehe Abschnitt 4.2.2.3.3) erfasst wurden: Einfaktorielle Varianzanalysen, die getrennt für die Stichproben der visuellen und olfaktorischen Stimulation berechnet wurden, ergeben signifikante Gruppenunterschiede bei den beiden Skalen „Extraversion“ (olfaktorisch: $F_{2,27} = 4.77$, $p < 0.05$; visuell: $F_{2,28} = 3.05$, $p < 0.1$) und „Neurotizismus“ (olfaktorisch: $F_{2,27} = 5.95$, $p < 0.01$; visuell: $F_{2,28} = 7.43$, $p < 0.01$).

Tabelle 4.4 Primär- und Zusatzdiagnosen, Klinikaufenthalte und Dauer der Erkrankung bei den essgestörten Patienten

Vp	Primäre Diagnose	Zusatzdiagnosen			Medikation	Stationäre Therapie	Erkrankungsdauer (Jahre)
		Substanzgebundene Störungen	Angststörungen	Affektive Störungen			
326	Anorexia, <i>binge purging</i> (307.1), z.Z. teilremittiert	Alkohol-Missbrauch (305.00), kurze Vollremission	Panikstörung mit Agoraphobie (300.21), Teilremission			2000: 8 Monate	11
328	Anorexia, <i>binge purging</i> (307.1), z.Z. teilremittiert	Alkohol-Missbrauch (305.00), kurze Vollremission		Major Depression (296.36), Vollremission	Seroxat, 40 mg/Tag	1998: 3 Monate	9
329	Anorexia, <i>binge purging</i> (307.1), z.Z. teilremittiert	Cannabis-Missbrauch (305.20), kurze Vollremission Anxiolytica-Abhängigkeit (304.10), kurze Vollremission	Panikstörung mit Agoraphobie (300.21), Vollremission Spez. Phobie, Höhe (300.29) Soziale Phobie (300.23), Vollremission Zwangsstörung (300.3), Vollremission		Carbamazepin, 600 mg / Tag Aponal, 225 mg/Tag Edronax, 8 mg /Tag Tavor, 2 – 6 mg/Tag (nach Bedarf)	1997: 5 Monate	12
330	Anorexia, <i>binge purging</i> (307.1), z. Z. teilremittiert		Agoraphobie ohne Panikstörung (300.22), Teilremission Spez. Phobie, Spinnen (300.29), Teilremission Soziale Phobie (300.23), Teilremission Zwangsstörung (300.3), Vollremission	Major Depression (296.36), Vollremission		1999/2000: 3 Monate	6

Tabelle 4.4 Fortsetzung

Vp	Primäre Diagnose	Zusatzdiagnosen			Medikation	Stationäre Therapie	Erkrankungsdauer (Jahre)
		Substanzgebundene Störungen	Angststörungen	Affektive Störungen			
351	Bulimia (307.51), z.Z. teilremittiert		Agoraphobie ohne Panikstörung (300.22), Teilremission	Major Depression (296.35), Teilremission		1999: 3 Monate	10
353	Bulimia (307.51), z.Z. teilremittiert	Cannabis-Missbrauch (305.20)		Major Depression (296.36), Vollremission			5
354	Bulimia (307.51), z.Z. teilremittiert		Panikstörung ohne Agoraphobie (300.01), Vollremission Spez. Phobie, Spinnen (300.29) Zwangsstörung (300.3), Vollremission	Major Depression (296.35), Teilremission		1997/1998: 3 Monate	5
355	Bulimia (307.51), z.Z. teilremittiert	Alkohol-Missbrauch (305.00), anhaltende Vollremission	Soziale Phobie (300.23), Vollremission	Bipolare Störung II (296.89), Teilremission	Zoloft, 50 mg/Tag	1998/1999: 3 Monate	6
356	Bulimia (307.51), z.Z. teilremittiert		Posttraumatische Belastungsstörung (309.81)		Aponal, 200 mg/Tag Taxilan, 200 mg/Tag Stilnox, 30 mg/Tag	1999/2000: 8 Monate	10

Vp: Versuchsperson

Tabelle 4.5 Regelmäßig von den Patienten eingenommene Medikamente, Hauptwirkstoffe und Anwendungsgebiete

Vp	Medikation	Wirkstoff	Hauptgruppe	Anwendung
Antidepressiva				
328	Seroxat	Paroxetin	selektive Serotonin-Wiederaufnahme-Hemmer	Depressive Erkrankungen, generalisierte Angststörung, Panikstörung mit oder ohne Agoraphobie, soziale Phobie, posttraumatische Belastungsstörung, Zwangsstörungen
355	Zolof	Sertralin	selektive Serotonin-Wiederaufnahme-Hemmer	Depressionen
356,329	Aponal	Doxepin	Tri- & Tetrazyklische Antidepressiva	Depressionen
329	Edronax	Reboxetin	andere Antidepressiva	Depressionen
Anxiolytica				
329	Tavor	Lorazepam	Benzodiazepine	Symptomatische Behandlung akuter und chronischer Angst-, Spannungs- und Erregungszustände und dadurch bedingter Schlafstörungen
Neuroleptika				
356	Taxilan	Perazin	Phenothiazin-Derivate	Akute psychotische Syndrome mit Wahn, Halluzinationen, Denkstörungen, Ich-Störungen, katatone Syndrome; chronisch verlaufende endogene und exogene Psychosen (zur Symptom-suppression und Rezidivprophylaxe der Schizophrenie); maniforme Syndrome; psychomotorische Erregungszustände
Hypnotika/Sedativa				
356	Stilnox	Zolpidem (tartrat)	chemisch definierte	Kurzzeitbehandlung von Schlafstörungen
Antiepileptika				
329	Carbamazepin	Carbamazepin	Carboxamid-Derivate	Prophylaxe manisch-depressiver Phasen, falls eine Lithium-Therapie nicht möglich ist oder versagt hat

Vp: Versuchsperson

Die im Anschluss durchgeführten Scheffé-Tests belegen, dass die essgestörten Patienten gegenüber den anderen beiden Gruppen eine signifikant erhöhte emotionale Labilität aufweisen ($p < 0.05$), wobei sich diese am deutlichsten gegenüber den ungezügelten Essern bei der olfaktorischen Stimulation zeigt ($p < 0.01$). Zwischen den beiden Gruppen der gesunden Probandinnen findet sich hingegen kein statistisch bedeutsamer Unterschied ($p > 0.9$). Weiterhin beschreiben sich die Patientinnen als signifikant introvertierter als die ungezügelten Esserinnen (olfaktorisch: $p < 0.05$; visuell: $p < 0.1$). Im Vergleich zu den gezügelten Esserinnen findet sich dieses Ergebnis ebenfalls in der Stichprobe der olfaktorischen Stimulation ($p < 0.1$). Die beiden Gruppen der gesunden Teilnehmerinnen lassen sich dagegen auch bei dieser Skala nicht statistisch voneinander trennen ($p > 0.9$). Tabelle 4.6 liefert – getrennt für die olfaktorische und visuelle Präsentation – einen Überblick über Mittelwerte und Standardabweichungen der drei Gruppen in den beiden Persönlichkeitsdimensionen.

Tabelle 4.6 Mittelwerte und Standardabweichungen der EPI-Persönlichkeitsdimensionen „Extraversion“ und „Neurotizismus“ der drei Gruppen, getrennt für die olfaktorische und visuelle Stimuluspräsentation

Dimension	Gruppe	olfaktorisch			visuell		
		N	M	SD	N	M	SD
Neurotizismus	UE	13	8.69	5.513	13	8.54	5.348
	RE	9	9.11	3.887	9	9.11	3.887
	PE	8	15.75	4.590	9	15.89	4.314
	gesamt	30	10.70	5.609	31	10.84	5.592
Extraversion	UE	13	15.00	3.697	13	14.77	4.045
	RE	9	14.78	4.522	9	14.78	4.522
	PE	8	9.75	4.062	9	10.56	4.503
	gesamt	30	13.53	4.547	31	13.55	4.603

UE: ungezügelte Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten;
M: Mittelwert; SD: Standardabweichung

4.2.2 Materialien

4.2.2.1 Duftmaterial

4.2.2.1.1 *Vorstudie zur Auswahl der nahrungsassoziierten olfaktorischen Stimuli*

Ziel

Im Rahmen der Vorstudie zur Auswahl des nahrungsbezogenen Duftmaterials wurden folgende Kriterien für geeignete Nahrungsdüfte aufgestellt:

Ein angenehmer Nahrungsduft sollte sich durch eine hohe mittlere Valenz auszeichnen, von den Probanden häufig richtig mit entsprechenden Lebensmitteln assoziiert werden und außerdem möglichst eindeutig mit kalorienreicher Nahrung in Verbindung gebracht werden. Mit einem unangenehmen Nahrungsduft sollten häufiger Assoziationen zu verdorbenen Lebensmitteln verbunden sein und er sollte im Mittel eine negative Valenzbewertung erhalten, während die Beurteilung des Kaloriengehalts der entsprechenden Nahrung unberücksichtigt bleiben sollte.

Ein weiteres Ziel der Studie bestand in der Untersuchung des Zusammenhangs von Hunger-Status und Bewertung der Düfte hinsichtlich allgemeiner (Valenz, Intensität) und nahrungsspezifischer Dimensionen (Appetitlichkeit, Wunsch eine entsprechende Speise zu essen).

Methode

Am Versuch nahmen 25 weibliche Versuchspersonen im Alter zwischen 19 und 49 Jahren ($M = 24.92$, $SD = 7.2452$) teil. Die Teilnehmerinnen waren Psychologiestudentinnen im Grundstudium, deren freiwillige Teilnahme mit „Versuchspersonenstunden“ vergütet wurde.

Jeder Probandin wurden insgesamt 22 verschiedene künstliche bzw. naturidentische Aromastoffe präsentiert die freundlicherweise von den Herstellern Haarmann & Reimer, Dragoco und Quest International kostenlos zur Verfügung gestellt worden waren. Tabelle 4.7 enthält eine Übersicht aller verwendeten Substanzen. Einige Aromen wurden von zwei Anbietern bereitgestellt und entsprechend einzeln untersucht.

Zur Präsentation wurde jeweils eine braune Glasflasche (100 ml; Schott, Deutschland) verwendet, in der sich ein Wattebausch mit einem Tropfen Duftstoff befand. Bei pulverisierten Aromen (Sellerie, Broccoli, Paprika, Amerikaner, Orangensaftaroma) war der Duftstoff zunächst mit etwas destilliertem Wasser vermischt worden. Die Flaschen wurden der Teilnehmerin aufgeschraubt zugereicht und anschließend sofort wieder verschlossen. Die Düfte wur-

den im Kühlschrank (7 °C) gelagert und jeweils mindestens 30 Minuten vor Versuchsbeginn auf Raumtemperatur angewärmt. Alle Versuche wurden mit demselben Stimulusmaterial durchgeführt, das einmalig zu Beginn der Studie erstellt worden war.

Tabelle 4.7 Übersicht über alle in dieser Studie verwendeten Aromastoffe, geordnet nach den Herstellern und der Aromagruppe (Süßigkeiten, Fruchtaromen, Gemüsearomen)

DRAGOCO	QUEST International	H & R
Süßigkeiten-Aromen		
Karamell	Schokolade	Schokolade Haselnuss Stollen Sahne Amerikaner
Fruchtaromen		
Apfel	Zitrone Erdbeere	Apfel Birne O-Saft
Orange		
Zitrone		
Himbeere		
Pfirsich		
Banane		
Gemüsearomen		
Sellerie Broccoli Zwiebel	Paprika	

Die Probandinnen erhielten während der Versuchsdurchführung keine Information darüber, um welche Art von Düften es sich handelte. Um Sequenz- oder Positioneffekte auszuschließen, wurden vier Gruppen von Versuchspersonen gebildet, denen die Düfte in jeweils unterschiedlicher Reihenfolge dargeboten wurden. Die verschiedenen Reihenfolgen sind in Tabelle 4.8 aufgelistet.

Weiterhin wurde am Beginn der Untersuchung der Hungerstatus der Person mit Hilfe einer 10-Punkte Skala von 0 („gar nicht hungrig“) bis 9 („sehr hungrig“) erfasst, um den Einfluss des aktuellen Hungergefühls auf die Duftbewertung zu kontrollieren. Die Versuche wurden

einzel durchgeföhrt und dauerten im Durchschnitt 90 Minuten. Alle Untersuchungstermine fanden von Anfang Juni bis Anfang Juli 1999 in der Zeit von 8.00 bis 18.00 Uhr statt.

Tabelle 4.8 Reihenfolgen bei der Präsentation der 22 Aromasubstanzen

Nr.	Reihenfolge 1 (N =6)	Reihenfolge 2 (N =6)	Reihenfolge 3 (N =6)	Reihenfolge 4 (N =7)
1	Broccoli (D)	Schoko (H & R)	Karamell (D)	Sellerie (D)
2	Sahne (H & R)	Apfel (H & R)	Apfel (D)	Zitrone (Q)
3	Himbeere(D)	Stollen (H & R)	Zwiebel (D)	Erdbeere (Q)
4	Haselnuss (H & R)	Sahne (H & R)	Paprika (Q)	Amerikaner (H & R)
5	Apfel (H & R)	Birne (H & R)	Orange (D)	Banane (D)
6	Zitrone (D)	Zitrone (Q)	Zitrone (D)	O-Saft (H & R)
7	Pfirsich (D)	Haselnuss (H & R)	Amerikaner (H & R)	Apfel (D)
8	Schoko (H & R)	Himbeere(D)	Schoko (Q)	Karamell (D)
9	Zwiebel (D)	Broccoli (D)	Sellerie (D)	Paprika (Q)
10	Birne (H & R)	Pfirsich (D)	Stollen (H & R)	Haselnuss (H & R)
11	Stollen (H & R)	Schoko (Q)	Erdbeere (Q)	Orange (D)
12	Banane (D)	Erdbeere (Q)	Apfel (H & R)	Birne (H & R)
13	O-Saft (H & R)	Paprika (Q)	Sahne (H & R)	Broccoli (D)
14	Apfel (D)	Sellerie (D)	Banane (D)	Schoko (H & R)
15	Amerikaner (H & R)	Orange (D)	Haselnuss (H & R)	Pfirsich (D)
16	Erdbeere (Q)	Karamell (D)	Zitrone (Q)	Zwiebel (D)
17	Orange (D)	Banane (D)	O-Saft (H & R)	Himbeere(D)
18	Paprika (Q)	Zwiebel (D)	Birne (H & R)	Schoko (Q)
19	Zitrone (Q)	Apfel (D)	Schoko (H & R)	Zitrone (D)
20	Karamell (D)	Amerikaner (H & R)	Pfirsich (D)	Stollen (H & R)
21	Sellerie (D)	O-Saft (H & R)	Broccoli (D)	Apfel (H & R)
22	Schoko (Q)	Zitrone (D)	Himbeere(D)	Sahne (H & R)

Aromen von Süßigkeiten sind in rot, Gemüsearomen in grün und Fruchtaromen in schwarz dargestellt; Hersteller sind in Klammern angegeben (D: Dragoco, Q: Quest International, H & R: Haarmann & Reimer)

Mittels einer einfaktoriellen Varianzanalyse ergaben sich keine Gruppenunterschiede bezüglich des Alters ($F_{3,21} = 0.574$, $p = 0.64$) oder des Hungerstatus ($F_{3,21} = 0.385$, $p = 0.78$) der Probandinnen. Tabelle 4.9 gibt einen Überblick über die Versuchspersonen in den vier Reihenfolge-Gruppen.

Tabelle 4.9 Übersicht über Alter und Hungerstatus der Teilnehmerinnen der Vorstudie zum Duftmaterial getrennt nach den vier Darbietungsreihenfolgen

Reihenfolge	N	Alter		Hunger	
		M	SD	M	SD
1	6	23.33	5.32	2.00	2.53
2	6	22.50	4.23	2.17	1.72
3	6	26.50	7.34	2.33	2.73
4	7	27.00	10.51	3.29	2.69
gesamt	25	24.92	7.25	2.48	2.37

M: Mittelwert; SD: Standardabweichung

Entsprechend den oben genannten Kriterien wurde ein Fragenkatalog (vgl. Anhang A1) entworfen, der im Dialog mit der Probandin von der Versuchsleiterin ausgefüllt wurde. Auf diese Weise sollte verhindert werden, dass die Teilnehmerin durch den Prozess des Lesens oder Beantwortens der Fragen abgelenkt wurde anstatt sich vollständig auf die Wahrnehmung des Geruchs zu konzentrieren. Um keine spezifische Erwartungshaltung in Bezug auf eine Verbindung des Duftes mit Nahrung zu evozieren, wurden neben den nahrungsbezogenen Fragen auch Einschätzungen zur Eignung des Duftes als Raum- und Parfumdüfte erhoben, jedoch nicht weiter ausgewertet.

In einem ersten Durchgang sollte die Versuchsperson zunächst während des Riechens an der Flasche den Duft verbal beschreiben und Assoziationen schildern. Anschließend sollte sie auf einer 7-stufigen Skala (- 3: „sehr unangenehm“; + 3: „sehr angenehm“) angeben, wie angenehm sie den Duft empfand und anhand einer 10-Punkte-Skala (0: „gar nicht“; 9: „sehr“) seine Intensität beurteilen. In einem zweiten Durchlauf wurden die Düfte in der gleichen Reihenfolge und Art gereicht wie beim ersten Mal. Dabei wurden dieses Mal Fragen in Zusammenhang mit den Kontexten Nahrung, Raumbeduftung und Parfum gestellt. Im Rahmen der nahrungsbezogenen Fragen sollte die Teilnehmerin auf einer 7-stufigen Skala (- 3: „gar nicht“; + 3: „sehr“) die Appetitlichkeit eines entsprechenden Nahrungsmittels beurteilen sowie auf einer 10-stufigen Skala (0: „gar nicht“; 9: „sehr“) ihren momentanen Wunsch einschätzen, dieses zu essen. Weiterhin nahm sie eine Zuordnung eines dem Duft entsprechenden Nahrungsmittels zu den Kategorien „viel/wenig Kalorien“ oder „weiß ich nicht“ vor. Die Unterteilung der Befragung in zwei getrennte Durchläufe geschah aus zwei Gründen: Zum einen sollte die Einschätzung der Valenz und der Intensität eines Duftes unbeeinflusst von der Assoziation zu einem der vorgegeben Kontexte erfolgen; zum anderen sollte durch die jeweils kurze Präsentation eines Duftes einer auftretenden Adaptation entgegengewirkt werden.

Ergebnisse zum Zusammenhang von Hunger und Duftbewertung

Zunächst wurden die Versuchspersonen mit Hilfe einer Cluster-Analyse anhand ihrer Hunger-Angaben in die drei Gruppen „hungrig“ (N = 6), „etwas hungrig“ (N = 9) und „satt“ (N = 10) unterteilt.

In einem weiteren Auswertungsschritt wurden dann anhand von Faktorenanalysen, in die jeweils die Beurteilungen aller Düfte hinsichtlich einer Variablen einbezogen wurden, Gruppen von ähnlich bewerteten Düften ermittelt. Anschließend wurden alle Düfte, die hoch auf dem ersten Faktor einer Variable luden, durch die Bildung von Mittelwerten zusammengestellt. Luden beispielsweise für die Variable „Appetitlichkeit“ die Düfte von Broccoli, Sellerie und Zwiebel hoch auf dem ersten Faktor, wurden für diese Düfte die Mittelwerte auf allen vier untersuchten Dimensionen (Valenz; Intensität; Appetitlichkeit und Wunsch, die Speise zu essen) gebildet. In einer anschließenden Diskriminanzanalyse wurde nun versucht, anhand der Werte einer Duftgruppe auf allen vier Variablen die beiden Extremgruppen der hungrigen und der satten Personen voneinander zu trennen.

Da von den vier auf diese Weise berechneten Diskriminanzfunktionen keine das Signifikanzniveau erreichte, wurde überprüft, ob sich dennoch auf einzelnen Variablen Unterschiede der beiden Extremgruppen zeigten. Dabei fand sich eine Tendenz zur Signifikanz ($p = 0.84$) bei der mittleren Valenzbeurteilung der Düfte, die auf dem ersten Intensitätsfaktor hoch luden. Es handelte sich hierbei um die Düfte Orange, Karamell, Sellerie und Birne, die dadurch gekennzeichnet waren, dass sie bezüglich der Intensitätsbewertungen im oberen Bereich der Skala lagen und sich hinsichtlich der Valenz auf das positive (Karamell, Orange) und negative (Birne, Sellerie) Ende der Skala verteilten. Diese Eigenschaften lassen vermuten, dass Düfte, die zu einer maximalen Trennung der Gruppen beitragen sollen, zum einen eine genügend hohe Intensität besitzen müssen und zum anderen in einem extremen (positiven oder negativen) Valenzbereich liegen müssen (Müller, Pause, Rogalski & Ferstl, 2000).

Bei der Untersuchung der Korrelationen der über alle 22 Düfte gemittelten Werte der Variablen „Valenz“, „Intensität“, „Appetitlichkeit“ und „Wunsch, die Speise zu essen“ stellte sich heraus, dass der Zusammenhang einzelner Variablen durch den Hunger-Status der Personen insofern beeinflusst wurde, als dass sich Unterschiede in den Korrelationskoeffizienten der beiden Extremgruppen der hungrigen und satten Teilnehmerinnen ergaben.

So fand sich in der Gruppe der hungrigen Versuchspersonen ein signifikanter Zusammenhang von $r = 0.88$ ($p = 0.01$) zwischen der Einschätzung der Appetitlichkeit eines Dufts und dem Wunsch der Versuchsperson, ein entsprechendes Nahrungsmittel zu essen. In der Gruppe der satten Probandinnen war dieser Zusammenhang dagegen nicht vorhanden ($r = -0.061$, $p = 0.43$). Ein weiterer Unterschied zwischen den Gruppen ergab sich bezüglich der Korrelation zwischen der gemittelten Intensität der Düfte und dem Wunsch, die Nahrung zu essen. Während die beiden Dimensionen in der Gruppe der „Hungrigen“ nicht signifikant miteinander korrelierten ($r = -0.183$, $p = 0.365$), war ihr statistischer Zusammenhang in der Gruppe

der „Satten“ mit $r = 0.647$ auf einem α -Niveau von 5 % signifikant. Eine grafische Darstellung dieser Befunde liefert Abbildung 4.1.

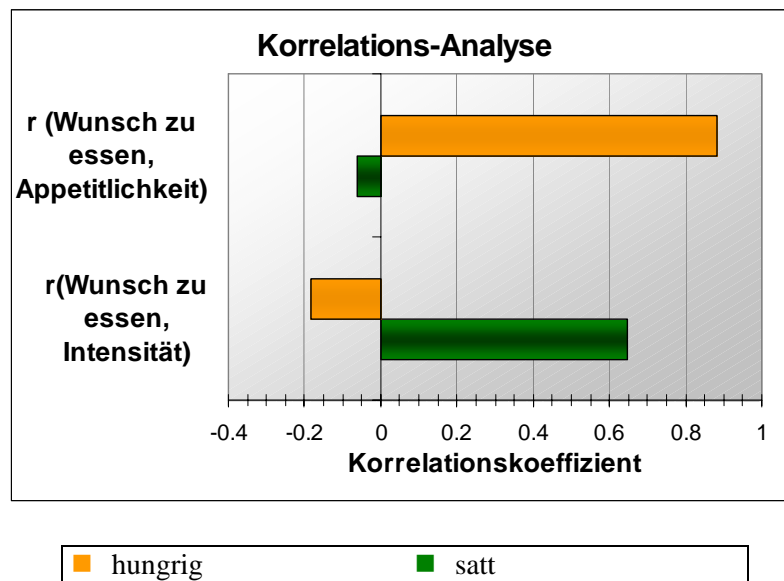


Abbildung 4.1 Korrelationskoeffizienten für die Zusammenhänge von „Appetitlichkeit“ und „Wunsch, die Speise zu essen“ sowie „Intensität“ und „Wunsch, die Speise zu essen“ für hungrige und satte Personen

Diese Ergebnisse lassen sich dahingehend interpretieren, dass satte Personen auch bei Gerüchen, die sie als stark appetitanregend empfinden, nur ein geringes Interesse entwickeln, die entsprechende Speise zu verzehren. Hungrige Personen hingegen fühlen sich durch sehr appetitliche Gerüche besonders stark angesprochen und verspüren in diesen Fällen auch einen großen Wunsch, die Speise zu essen. In die gleiche Richtung weisen die Ergebnisse zum Zusammenhang der Intensität mit dem Wunsch, die Speise zu essen: Hier zeigte sich, dass satte Personen erst bei hohen Intensitäten einen stärkeren Wunsch angeben, die Nahrung auch zu essen. Bei hungrigen Personen dagegen hängt dieses Bedürfnis nicht von der Intensität des präsentierten Dufts ab.

Ergebnisse zur Auswahl der Düfte

Um eine Entscheidung bezüglich der Eignung eines Duftes für die Hauptstudie zu treffen, wurden zunächst für jeden Duft die Einschätzungen aller Versuchspersonen auf den Dimensionen „Valenz“, „Intensität“, „Appetitlichkeit“ sowie „Wunsch, die entsprechende Speise zu essen“ gemittelt. Tabelle 4.10 und Tabelle 4.11 fassen diese Ergebnisse zusammen.

Angenehmer Nahrungsduft:

Unter den drei Duftstoffen mit den höchsten mittleren Valenzwerten (Himbeere: 2.08; Erdbeere: 1.88 und Karamell: 1.88) wurde das Karamellaroma für die Hauptstudie ausgewählt, da hier zum einen in der qualitativen Beschreibung häufiger richtige Benennungen und Assoziationen (z.B. Süßigkeiten, Gebäck, Pudding) auftraten und zum anderen auch eine eindeutigere Kalorieneinschätzung ($n = 24$ für „viele Kalorien“, $n = 1$ für „wenige Kalorien“) getroffen wurde als bei den Fruchtaromen. Dies lässt sich eventuell damit begründen, dass die Fruchtaromen hauptsächlich zur Aromatisierung von Süßigkeiten (Weingummi u. ä.) verwendet werden, so dass in diesem Fall eine Zuordnung zur Kategorie „viele Kalorien“ berechtigt erscheint. Betrachtet man das Aroma jedoch als das Merkmal frischer Früchte ist die Einordnung in die Kategorie „wenige Kalorien“ zutreffend. Die Heterogenität der Kalorieneinschätzung der Fruchtaromen spiegelt sich auch in den verbalen Beschreibungen der Versuchspersonen wider: Während einige Frauen den Duft direkt als „künstliches Aroma in Süßigkeiten“ erkannten oder spezifisch bestimmte Süßigkeiten benannten, wurde er von anderen z.T. mit frisch gepflückten Früchten assoziiert.

Unangenehmer Nahrungsduft:

Als ein unerwartetes Ergebnis stellte sich heraus, dass alle drei Gemüsedüfte (Sellerie, Broccoli, Zwiebel) negative mittlere Valenzwerte erhielten und häufig mit Bezeichnungen wie „muffig, faulig, modrig, verdorben, Essensreste, Kompost“ versehen wurden. Dies könnte u.U. daran liegen, dass die pulverisierten Aromen (Broccoli, Sellerie) mit Wasser vermischt und dann längerfristig gelagert wurden, wodurch möglicherweise tatsächlich ein Zersetzungsprozess stattgefunden hat. Die Kalorienbeurteilung bei jedem der vier Düfte deutet auf die Schwierigkeiten der Teilnehmerinnen hin, den Duft mit einem bestimmten Lebensmittel zu verbinden. So wählten die meisten Probandinnen bei „Sellerie“ und „Zwiebel“ die Kategorie „weiß nicht“, während die drei Klassen „viele Kalorien“, „wenig Kalorien“ und „weiß nicht“ bei „Broccoli“ etwa gleich verteilt waren.

Als Duftstoff für die Hauptstudie wurde Zwiebelaroma gewählt, da dieser Aromastoff nicht in Pulverform hergestellt wird und daher nicht mit Wasser vermischt werden musste. Gärungs- oder Faulprozesse traten somit nicht auf, so dass eine bessere Replizierbarkeit des Dufteindrucks erwartet werden konnte. Die Beurteilung der Valenz war mit einem Mittelwert von -2.12 so niedrig, dass der Geruch als eindeutig unangenehm klassifiziert werden kann. Seine Intensität wurde zudem in der dargebotenen unverdünnten Form ähnlich stark wahrgenommen wie die des Karamellaromas.

Anhand der Berechnung von t-Tests für abhängige Stichproben fanden sich signifikante Unterschiede zwischen dem angenehmen und dem unangenehmen Nahrungsgeruch auf den Dimensionen „Valenz“, „Appetitlichkeit“ und „Wunsch, die entsprechende Nahrung jetzt zu essen“ auf einem Signifikanzniveau von jeweils $p < 0.001$. Damit entspricht die Auswahl der

Düfte den oben genannten Kriterien. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse ist Tabelle 4.12 zu entnehmen.

Tabelle 4.10 Mittelwerte und Standardabweichungen sowie kleinster und größter Wert und Standardfehler des Mittelwertes für die Einschätzungen der 22 Aromastoffe bezüglich der Dimensionen „Valenz“ und „Intensität“ durch die 25 Probandinnen

Duft	Valenz (-3 bis +3)					Intensität (0 bis 9)				
	Min	Max	M	SE	SD	Min	Max	M	SE	SD
Himbeere (D)	0	3	2.08	0.16	0.81	5	9	7.12	0.23	1.17
Erdbeere (Q)	1	3	1.88	0.15	0.73	4	9	6.40	0.27	1.35
Karamell (D)	-1	3	1.88	0.27	1.36	3	9	6.32	0.28	1.41
Pfirsich (D)	0	3	1.76	0.20	1.01	3	8	6.20	0.30	1.50
Orange (D)	-2	3	1.60	0.24	1.22	5	9	6.92	0.23	1.15
Zitrone (D)	-1	3	1.60	0.21	1.04	2	9	6.40	0.35	1.76
Schoko (H & R)	-1	3	1.32	0.23	1.14	3	8	5.40	0.26	1.29
Sahne (H & R)	-1	3	1.20	0.27	1.35	2	8	5.64	0.35	1.73
Apfel (D)	-3	3	1.00	0.33	1.63	1	9	5.68	0.35	1.73
Zitrone (Q)	-3	3	0.76	0.27	1.36	2	9	5.92	0.32	1.61
Banane (D)	-3	3	0.68	0.35	1.75	2	9	6.48	0.31	1.53
Amerikaner (H & R)	-1	2	0.64	0.17	0.86	1	8	2.44	0.33	1.66
Stollen (H & R)	-1	3	0.52	0.23	1.16	1	8	2.60	0.44	2.20
Apfel (H & R)	-3	3	0.28	0.30	1.49	1	7	4.20	0.33	1.66
O-Saft (H & R)	-3	2	-0.08	0.23	1.15	0	6	1.80	0.28	1.41
Schoko (Q)	-3	3	-0.32	0.28	1.41	2	9	5.92	0.32	1.61
Birne (H & R)	-3	1	-1.16	0.27	1.34	2	8	4.84	0.29	1.43
Haselnuss (H & R)	-3	2	-1.24	0.37	1.83	5	9	7.12	0.28	1.42
Paprika (Q)	-3	2	-1.44	0.31	1.56	3	8	5.56	0.29	1.45
Sellerie (D)	-3	1	-1.52	0.21	1.05	1	9	4.80	0.42	2.12
Broccoli (D)	-3	1	-1.60	0.24	1.19	2	9	5.16	0.36	1.82
Zwiebel (D)	-3	1	-2.12	0.23	1.13	3	9	6.72	0.34	1.70

D: Dragoco, Q: Quest International, H & R: Haarmann & Reimer;

Min und Max: kleinster und größter Wert der Beurteilung; M: Mittelwert; SE: Standardfehler des Mittelwertes; SD: Standardabweichung

Tabelle 4.11 Mittelwerte und Standardabweichungen sowie kleinster und größter Wert und Standardfehler des Mittelwertes für die Einschätzungen der 22 Aromastoffe bezüglich der Dimensionen „Appetitlichkeit“ und „Wunsch, die Speise zu essen“ durch die 25 Probandinnen

Duft	Appetitlichkeit (-3 bis +3)					Wunsch, Speise zu essen (0 bis 9)				
	Min	Max	M	SE	SD	Min	Max	M	SE	SD
Erdbeere (Q)	1	3	1.96	0.15	0.73	0	8	4.68	0.36	1.80
Karamell (D)	-1	3	1.88	0.19	0.93	1	9	5.12	0.43	2.17
Himbeere (D)	-1	3	1.72	0.23	1.14	0	9	4.96	0.54	2.70
Orange (D)	-1	3	1.68	0.24	1.22	1	8	4.64	0.39	1.93
Pfirsich (D)	-2	3	1.32	0.26	1.28	1	9	4.36	0.42	2.08
Sahne (H & R)	-3	3	1.12	0.26	1.30	0	7	3.68	0.43	2.17
Broccoli (D)	-3	3	1.12	0.26	1.30	0	5	0.68	0.27	1.35
Zitrone (D)	-3	2	1.08	0.25	1.26	0	7	3.88	0.36	1.79
Schoko (H & R)	-3	3	0.80	0.35	1.76	0	7	3.48	0.48	2.38
Apfel (D)	-2	3	0.72	0.29	1.46	0	8	3.52	0.43	2.14
Amerikaner (H & R)	-3	2	0.36	0.30	1.52	0	7	2.56	0.37	1.83
Stollen (H & R)	-3	2	0.16	0.32	1.60	0	7	2.56	0.44	2.20
Apfel (H & R)	-3	3	0.16	0.29	1.43	0	7	2.52	0.36	1.81
Zitrone (Q)	-3	3	0.00	0.35	1.76	0	7	2.48	0.46	2.31
Banane (D)	-3	2	-0.16	0.34	1.68	0	6	2.28	0.37	1.84
O-Saft (H & R)	-3	2	-0.96	0.33	1.65	0	6	1.28	0.36	1.81
Birne (H & R)	-3	3	-1.28	0.39	1.97	0	7	1.36	0.42	2.10
Paprika (Q)	-3	2	-1.48	0.34	1.71	0	6	0.80	0.33	1.63
Haselnuss (H & R)	-3	3	-1.52	0.40	1.98	0	6	1.28	0.33	1.65
Schoko (Q)	-3	1	-2.04	0.30	1.49	0	5	1.84	0.34	1.72
Zwiebel (D)	-3	1	-2.04	0.30	1.49	0	4	0.56	0.22	1.12
Sellerie (D)	-3	2	-2.20	0.28	1.38	0	4	0.52	0.21	1.05

D: Dragoco, Q: Quest International, H & R: Haarmann & Reimer;

Min und Max: kleinster und größter Wert der Beurteilung; M: Mittelwert; SE: Standardfehler des Mittelwertes; SD: Standardabweichung

Tabelle 4.12 Darstellung der Ergebnisse des Vergleichs des angenehmen Nahrungsdufts „Karamell“ mit dem unangenehmen Nahrungsduft „Zwiebel“

Variable	Karamell M (SD)	Zwiebel M (SD)	t	df	p
Valenz	1.88 (1.36)	-1.60 (1.19)	12.27	24	< 0.001
Appetitlichkeit	1.88 (0.93)	-1.84 (1.65)	10.52	24	< 0.001
“Wunsch, die Speise zu essen”	5.12 (2.15)	0.68 (1.35)	9.99	24	< 0.001

M: Mittelwert; SD: Standardabweichung

4.2.2.1.2 Duftmaterial für die Hauptuntersuchung

Für die olfaktorische Stimulation in der Hauptuntersuchung wurde neben den beiden Nahrungsgerüchen Karamell- und Zwiebelaroma (Dragoco, Deutschland) als nicht nahrungsbezogener, neutral bis angenehm bewerteter Duftstoff 2-Phenylethylalkohol (PEA; $C_8H_{10}O$; Fluka, Deutschland) verwendet. Es handelt sich bei dieser monomolekularen Substanz um den Hauptbestandteil des natürlichen Rosenduftes, der synthetisch hergestellt eine Reinheit von > 99 % erreicht und häufig in der Parfüm- und Seifenindustrie verwendet wird (Krugger, 1989). Alle Düfte wurden mit 1,2-Propandiol ($C_3H_8O_2$; Merck-Schuchardt, Deutschland) verdünnt. Diese geruchlose, wasserlösliche Flüssigkeit wird in der Lebensmittelindustrie oft als Trägersubstanz für Aromen eingesetzt. Alle verwendeten Duftmaterialien wurden bei 7°C im Kühlschrank in braunen Glasflaschen mit Schraubverschluss (100 ml; Schott, Deutschland) gelagert, die zusätzlich mit Hilfe einer selbstklebenden Plastikfolie (ParafilmM[®], SPI Supplies, USA) luftdicht verschlossen waren.

Material für die Geruchspräsentation

Für die Präsentation der Düfte über das Olfaktometer (für eine ausführliche Beschreibung siehe Abschnitt 4.2.2.6.1) wurden folgende Verdünnungsstufen der einzelnen Duftstoffe hergestellt: Für PEA wurde entsprechend einem Verhältnis von 1:10 eine Mischung aus 1 ml Duftstoff und 9 ml Propandiol angesetzt. Das Karamellaroma wurde ebenfalls in einem Verhältnis von 1:10 mit Propandiol verdünnt. Für den Zwiebelgeruch wurde eine Menge von 12 g Zwiebelaroma in 10 ml Propandiol gelöst. Um die zähflüssige Aromasubstanz (Viskosität höher als flüssiger Honig) optimal mit dem Verdünnungsmittel mischen zu können, wurde sie im Wasserbad erwärmt und das Propandiol dann langsam unter Rühren mit einem Holzstab zugegeben. Bei PEA und Karamell konnte die hergestellte Menge von 10 ml jeweils für etwa vier bis fünf Versuche verwendet werden und wurde somit in der Regel im Abstand von ca. einem Monat erneuert. Das Zwiebelaroma reichte in der angesetzten Menge meist für ca. neun Versuchsdurchführungen und wurde daher nur etwa alle zwei bis drei Monate neu angesetzt.

Tabelle 4.13 gibt einen Überblick über die Duftstoffe und jeweiligen Verdünnungsstufen, die für Geruchs-Screening und olfaktorische Stimulation verwendet wurden. Die Molaritäten können leider nur für die Verdünnungen von PEA angegeben werden, da die Produktinformationen der Firma Dragoco zum Karamell- und Zwiebelaroma keine Angaben über das Molekulargewicht enthalten.

Tabelle 4.13 Kennwerte sowie Verdünnungsstufen der drei Duftstoffe PEA, Karamell- und Zwiebelaroma für den Hauptversuch und für das Geruchs-Screening

	PEA	Propandiol	Zwiebel	Karamell
Dichte	1.02	1.04	nicht be- kannt	1.044 – 1.074
Molekulargewicht	122.17	76.10		nicht bekannt
Verdünnungsstufe				
Versuch	1:10	mit PEA	1.20 g/ml	1:10
Screening	1:200		0.12 g /ml	1:400
Molarität				
Versuch	0.8349	12.2996	nicht be- kannt	nicht bekannt
Screening	0.0417	13.5977		

Die beschriebenen Verdünnungsstufen wurden im Rahmen mehrerer Vorstudien mit insgesamt 23 Versuchsdurchführungen ermittelt, um einen deutlichen Geruchseindruck und möglichst vergleichbare Intensitätsbeurteilungen der drei Düfte zu erzielen. Die Duftkammern des Olfaktometers wurden jeweils mit 1 ml der hergestellten Verdünnung befüllt. Da die Gerüche birhinal präsentiert wurden, enthielten immer zwei Geruchskammern denselben Geruchsstoff.

Zur Befüllung der Geruchskammern wurde unter der Verwendung von Plastik-Einmalpipetten (Bibby Sterilin, USA) jeweils 1 ml Duftstoff auf zwei Papierstreifen (5 x 11.8 cm; weißes, holzfreies Druckerpapier, 80g/m²) aufgetragen. Dafür musste das Zwiebelaroma aufgrund seiner hohen Viskosität erneut im Wasserbad erwärmt werden, um ein Pipetieren zu ermöglichen. Die zwei Papierstreifen wurden sofort im Anschluss jeweils gemeinsam in einer Duftkammer verschlossen, um eine Vermischung der Gerüche während der Präparation des Olfaktometers zu verhindern. Diese indirekte Befüllung hat den Vorteil, dass die Reinigung der Kammern im Anschluss an jede Versuchssitzung wesentlich einfacher ist als bei der direkten Befüllung mit flüssigen Duftstoffen. Außerdem wird so eine Diffusion von Geruchsstoffen aus der Geruchskammer oder eine Verunreinigung der Kammern durch poröse Dichtungen weitestgehend ausgeschlossen. Dies war besonders deshalb von großer Bedeutung, weil pro Duftstoff nicht jedes Mal dieselben Geruchskammern benutzt wurden, sondern mit drei verschiedenen Anordnungen gearbeitet wurde. Auf diese Weise sollte eine Konfundierung der Dufteffekte mit möglichen Störeinflüssen, die sich aufgrund der Beschaffenheit einzelner

Geruchskammern ergeben könnten, verhindert werden. Dabei wurde auf eine möglichst gleichmäßige Verteilung der verschiedenen Anordnungen in den drei Gruppen geachtet.

Material für das Geruchs-Screening

Zur Überprüfung der gegenwärtigen Geruchsleistung wurden den Versuchspersonen am Beginn der zweiten Sitzung die drei zu untersuchenden Düfte im Rahmen eines Geruchs-Screenings präsentiert. Dazu wurden unter der Verwendung von Propandiol als Lösungsmittel folgende Verdünnungsstufen angesetzt: Der Rosengeruch (PEA) wurde in einer Verdünnung von 1:200 hergestellt. Bei dem Karamellaroma wurde mit einem Mischungsverhältnis von 1:400 gearbeitet und für den Zwiebelgeruch wurden 0.12 g Aromastoff mit 10 ml Propandiol nach dem oben beschriebenen Verfahren vermischt. Jede Geruchsflasche (dunkel, 100 ml; Schott, Deutschland) enthielt eine Menge von 10 ml. Zusätzlich wurden fünf Kontrollflaschen erstellt, die jeweils 10 ml Propandiol enthielten.

4.2.2.1.3 Düfte für die Einführung in das Experiment

Um der Versuchsperson die Möglichkeit zu geben, die für die EEG-Sitzung vorgesehenen drei Duftstoffe kennen zu lernen, wurde ihr im Rahmen der Einführung in das Experiment angeboten, alle zehn in der Studie angeblich zu untersuchenden Düfte (vgl. Cover-Story zu Aspekt 2 und 3, Abschnitt 4.2.2.4.2) probenhalber zu riechen. Unter diesen befanden sich auch die für den Hauptversuch ausgewählten Düfte von Rose (PEA), Karamell und Zwiebel, die durch die Reihenfolge der Darbietung nicht als zusammengehörig oder besonders relevant auffallen sollten (vgl. Tabelle 4.14).

Tabelle 4.14 Düfte für die Einführung in das Experiment mit Angabe des Herstellers und der Verdünnungsstufe in der präsentierten Reihenfolge

Duftstoff	Hersteller	Konzentration
Banane	Dragoco	1:50
Himbeere	Dragoco	1:50
Birne	Haarmann & Reimer	1:50
Zwiebel	Dragoco	4g in 5ml
Pfirsich	Dragoco	1:50
Karamell	Dragoco	1:50
Isobutylaldehyd	Aldrich	1:50
PEA	Fluka	1:50
Eugenol	Fluka	1:50
Linalool	Fluka	1:50

Die für die Hauptstudie relevanten Düfte sind grau unterlegt.

Alle zehn Duftstoffe wurden in braunen Glasflaschen (100 ml; Schott; Deutschland) im Kühlschrank (7°C) aufbewahrt und mindestens 30 Minuten vor Versuchsbeginn auf Raumtemperatur erwärmt.

4.2.2.2 Bildmaterial

4.2.2.2.1 Vorstudie zur Auswahl der visuellen Stimuli

Ziel

In Analogie zu dem verwendeten Duftmaterial sollten in dieser Vorstudie folgende Bilder ausgewählt werden: Als nahrungsassoziierte Stimuli sollten sowohl angenehme, appetitliche Nahrungsbilder als auch ekelerregende Fotografien von Lebensmitteln (z.B. verdorbene Speisen) verwendet werden. Als nicht nahrungsbezogene Reize sollten Aufnahmen von Landschaften dienen. Um eine eindeutige Interpretation der späteren Ergebnisse in der Hauptstudie zu ermöglichen, sollten die Bilder nach folgenden Kriterien zusammengestellt werden:

Angenehme und unangenehme Nahrungsfotos sollten sich in ihrer Valenz deutlich unterscheiden. Landschaftsbilder sollten eine ähnlich hohe Valenz erreichen wie angenehme Nahrungsbilder (sich von diesen also nicht signifikant unterscheiden) und damit eine ähnlich große Differenz zu den unangenehmen Nahrungsbildern aufweisen. Im Arousal sollte es zu keinen Unterschieden zwischen den Bildkategorien kommen. In Bezug auf das empfundene Dominanzgefühl wurden zwar keine Kriterien festgelegt, es lässt sich hier jedoch vermuten, dass die ekelerregenden Fotografien zu niedrigeren Angaben führen als die angenehmen Nahrungs- oder Landschaftsaufnahmen.

Da die Bilder in der Hauptstudie sowohl während der EEG-Ableitung für eine kurzzeitige Stimulation genutzt werden sollten als auch in einem zweiten Durchlauf für die subjektive Bewertung eine längere Präsentationsdauer vorgesehen war, sollte jedes Bild in beiden Bedingungen deutlich einer Kategorie zugeordnet werden können und damit in beiden Bedingungen ähnliche emotionale Reaktionen auslösen. Es sollten damit nur Bilder verwendet werden, die von mindestens 85 % der Teilnehmerinnen in beiden Bedingungen richtig der Kategorie „Nahrung“ bzw. „keine Nahrung“ zugeordnet wurden.

Über die reine Auswahl des für die Hauptstudie geeigneten Bildmaterials hinaus, sollte in dieser Vorstudie auch überprüft werden, ob sich Personen mit einer hohen kognitiven Kontrolle und einer starken Störbarkeit des Essverhaltens (gezügelter Esser) von Personen mit einer geringen Kontrolle und Störbarkeit (ungezügelter Esser) in der subjektiven Bewertung der Nahrungsstimuli unterscheiden. Erwartet wurde hierbei, dass gezügelte Esser bei dem Anblick appetitlicher Nahrungsreize ein höheres Erregungsniveau und gleichzeitig ein geringeres Dominanzempfinden angeben als ungezügelter Esser, da das Aufrechterhalten ihrer kognitiven

Kontrolle durch die verlockenden Bilder gefährdet wird. Die Befürchtung eines drohenden Kontrollverlustes sollte darüber hinaus auch dazu führen, dass gezügelte Esser die Nahrungsbilder als weniger angenehm beschreiben als ungezügelte Esser. Zusätzlich zu der Untersuchung der Kategorie „Nahrung“ sollte außerdem überprüft werden, ob sich spezifische Unterschiede in der Beurteilung herzhafter bzw. süßer Lebensmittel zeigen. In den Bewertungen der ekelerregenden nahrungsbezogenen Stimuli oder der Landschaftsbilder sollten sich die beiden Gruppen hingegen nicht unterscheiden, da bei keiner der beiden Bildkategorien für die gezügelten Esser die subjektiv erlebte Gefahr eines Kontrollverlustes bezüglich ihres Essverhaltens besteht.

Method

Versuchspersonen waren 28 Schülerinnen und Studentinnen im Alter zwischen 19 und 35 Jahren ($M = 24.21$ $SD = 3.72$), die freiwillig an der Studie teilnahmen. Sie erhielten dafür wahlweise „Versuchspersonenstunden“ oder einem Betrag von 25 DM. Alle Untersuchungen wurden im Zeitraum von Anfang bis Mitte August 1999 einzeln durchgeführt. Sie fanden zwischen 9.00 und 17.00 Uhr statt und dauerten jeweils etwa zwei Stunden.

Abbildungen appetitlicher Speisen wurden aus Zeitschriften und Kochbüchern ausgewählt und in digitalisierter Form gespeichert. Weitere angenehme Nahrungsstimuli stammten aus dem *International Affective Picture System* (IAPS; Lang, Bradley & Cuthbert, 1999) oder wurden freundlicherweise von der Arbeitsgruppe um Hamm bereitgestellt. Aufnahmen von Landschaften oder Gärten wurden ebenfalls Bildbänden oder dem IAPS entnommen. Einige Landschaftsbilder wurden selbst erstellt. Sämtliche Fotografien unappetitlicher und verdorbener Lebensmittel wurden speziell für diese Studie angefertigt. Insgesamt stand für diese Voruntersuchung das folgende Bildmaterial zur Verfügung:

Um eine möglichst große Vielfalt bei den Nahrungsstimuli zu erreichen, setzte sich die Gesamtanzahl von 84 angenehmen Nahrungsreizen aus 43 Bildern von herzhaften Gerichten und 41 Abbildungen süßer Speisen zusammen. Weiterhin wurden 35 unangenehme Nahrungsbilder und 33 neutrale nicht nahrungsbezogene Stimuli vorgegeben. Anhang A3 liefert eine Zusammenfassung über das verwendete Stimulusmaterial und die jeweilige Bezugsquelle. Alle Bilder wurden auf einem Computerbildschirm mit einer Farbtiefe von 24 bit und einer Auflösung von 800 x 600 Bildpunkten vorgegeben. Die Bilder wurden vor einem dunkelgrauen Hintergrund dargeboten. Die Präsentation eines neuen Reizes wurde durch das Erscheinen eines Fixations-Kreuzes angekündigt.

In einem ersten Durchgang wurden die Bilder entsprechend der geplanten EEG-Aufzeichnung in der Hauptstudie für 400 ms gezeigt. Da die Bilder in der Hauptstudie nicht während der EEG-Ableitung bewertet werden sollen, sondern die Einschätzung erst im Anschluss mit einer längeren Darbietungszeit erfolgt, wurde die Präsentation derselben Bilder in derselben Reihenfolge in einem zweiten Durchlauf wiederholt. Die Darbietung dauerte jetzt maximal 10 s,

konnte von der Probandin aber bereits früher beendet werden. Auf diese Weise sollten für jede Versuchsperson optimale Wahrnehmungsbedingungen geschaffen werden, so dass bei einem Vergleich der Bildbewertungen bei unterschiedlichen Wahrnehmungszeiten Bilder mit stark schwankenden Beurteilungen aufgrund ihrer mangelnden Reliabilität ausgeschlossen werden konnten.

Die insgesamt 152 Bilder wurden in acht Blöcke mit jeweils ca. 19 Bildern unterteilt. Dabei wurden herzhaft und süße Nahrungsbilder sowie unangenehme Nahrungsbilder und Landschaftsbilder pseudorandomisiert auf die Blöcke verteilt. Es wurde jedoch darauf geachtet, dass ein unangenehmes Nahrungsbild nie direkt am Anfang oder Ende eines Blockes auftrat und nie mehr als zwei Bilder einer Kategorie direkt aufeinander folgend gezeigt wurden. Tabelle 4.15 gibt einen Überblick über die Anzahl der Bilder einer Kategorie pro Block. Anhang A4 stellt eine Aufschlüsselung der Einzelbilder in jedem Block dar.

Tabelle 4.15 Anzahl der Bilder der Kategorien „Landschaft“, „Ekel“, „Herzhaft“ und „Süß“ in jedem der acht präsentierten Blöcke

Block	Landschaft	Ekel	Herzhaft	Süß	gesamt
1	4	4	6	5	19
2	4	4	6	5	19
3	4	4	5	6	19
4	5	4	5	6	20
5	5	4	5	5	19
6	5	5	3	6	19
7	4	5	6	5	20
8	2	5	7	3	17
gesamt	33	35	43	41	152

Nach der Präsentation eines Bildes erschien auf dem Monitor jeweils die Frage „ESSEN?“, worauf die Versuchsperson durch einen Tastendruck mit „Ja“ oder „Nein“ reagieren konnte. Diese Abfrage sowie die Beurteilung der Bilder erfolgte mit einer speziell für diese und die Hauptstudie entwickelten PC-Version (BILDSAM, Müller, Kiel) des SAM-Fragebogens („*Self Assessment Manikin*“; für eine ausführliche Darstellung siehe Abschnitt 4.2.2.3.7), der von der Arbeitsgruppe um Lang (Computerversion: Lang, 1980; Paper-Pencil-Version: Hodes, Cook & Lang, 1985) speziell für die Untersuchung von affektivem Bildmaterial entworfen wurde und international in vielen Studien mit unterschiedlichen Forschungsinhalten eingesetzt wird (für eine Übersicht siehe Lang et al., 1999 und vgl. Abschnitt 2.3.3.2.1). Das Instrument besteht aus drei untereinander angeordneten neunstufigen Reihen, welche die Skalen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ repräsentieren. Eine Figur stellt die Ausprägung

gen der empfundenen Affektdimension durch Gesichtsausdruck oder Größe bildlich dar. Die Teilnehmerin klickt mit Hilfe der Maus in jeder Reihe eines der Felder an und startet die nächste Reizdarbietung durch die Bestätigung des „OK-Buttons“.

Der Versuch begann mit einer kurzen Einführung in die Bedienung des Computerprogramms und der Erklärung des Fragebogens. Anschließend führte die Teilnehmerin einen kurzen Übungsblock (10 Bilder, kurze Darbietungszeit) gemeinsam mit der Versuchsleiterin durch, die in dieser Zeit Fragen beantwortete und die Probandin auf die Möglichkeit der Änderung einer Antwort durch das Ankreuzen eines anderen Kästchens hinwies. Anschließend wurden die Hauptblöcke präsentiert, die den folgenden Ablauf hatten:

Nachdem die Versuchsleiterin einen Block gestartet hatte, bearbeitete die Probandin die Bilder bis zum Ende des Blockes in beiden Durchgängen allein, um sich in ihrem Antwortverhalten nicht durch das Zuschauen der Versuchsleiterin beeinflusst zu fühlen. Diese blieb jedoch im Raum, um jeweils den nächsten Block gemeinsam mit der Teilnehmerin zu starten, sobald diese nach einer selbstgewählten Pause bereit war.

Um den Einfluss des Hungerstatus und dessen mögliche Veränderung über den Versuch hinweg zu kontrollieren, wurde jede Teilnehmerin gebeten, jeweils vor Beginn des Versuchs sowie nach dem ersten (kurze Darbietungszeit) und zweiten Durchlauf (lange Darbietungszeit) auf einer 10-Punkte-Skala mit den Polen 0: „gar nicht“ und 9: „sehr“ ihr derzeitiges Hungergefühl anzugeben. Am Ende des Versuchs wurde jede Probandin außerdem gebeten, den „Fragebogen zum Essverhalten“ (FEV; Pudel & Westenhöfer, 1989; für eine ausführliche Beschreibung siehe Abschnitt 4.2.2.3.2) auszufüllen, um sie später der Gruppe der gezügelten oder ungezügelten Esserinnen zuordnen zu können. Über diesen Zweck des Fragebogens wurden die Frauen allerdings nicht unterrichtet, sondern sie erhielten die Information, die Fragebögen dienten lediglich zur Beschreibung der Stichprobe.

Ergebnisse zum Zusammenhang von Essverhalten und Bildbewertung

Die Unterteilung der Versuchsteilnehmerinnen in „gezügelte“ und „ungezügelte Esserinnen“ erfolgte mittels ihrer Angaben in den beiden Skalen des FEV „Kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ und „Störbarkeit des Essverhaltens“. Für beide Skalen wurde ein Median-Split durchgeführt und zur weiteren Auswertung nur die Personen herangezogen, deren Werte entweder in beiden Skalen über (gezügeltes Essverhalten) oder unter (ungezügeltes Essverhalten) dem jeweiligen Median lagen. Es konnten somit die Daten von neun gezügelten und sechs ungezügelten Frauen verwendet werden.

Hinsichtlich des Alters oder Hungerstatus (erhoben zu drei Messzeitpunkten) unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht. Allerdings gaben die gezügelten Esserinnen signifikant höhere BMI-Werte an als die ungezügelten. Tabelle 4.16 gibt einen Überblick über die entsprechenden Gruppenmittelwerte.

Tabelle 4.16 Mittelwerte und Standardabweichungen der Variablen „Alter“, „BMI“ und „Hungerstatus“ bei den Frauen mit gezügeltem und ungezügeltem Essverhalten

Gruppe	N	Alter		BMI		Hungerstatus					
						vor dem Versuch		nach kurzer Präsentation		nach langer Präsentation	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
UE	6	23.83	3.66	21.04	1.44	1.83	2.56	3.67	3.50	3.67	3.08
RE	9	23.67	3.81	24.78	5.46	2.11	2.03	3.44	3.05	3.44	3.24
gesamt	15	23.73	3.61	23.28	4.63	2.00	2.17	3.53	3.11	3.53	3.07

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelter Esser; M: Mittelwert; SD: Standardabweichung

Um zu überprüfen, ob sich die beiden Gruppen in der Bewertung der einzelnen Bildklassen unterscheiden, wurden zunächst für jede der drei Variablen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ Kategorie-Mittelwerte über alle Bilder einer Klasse berechnet. Anschließend wurden diese Kategorie-Mittelwerte wiederum durch Mittelung getrennt für die gezügelten und ungezügelten Esserinnen zusammengefasst und mittels t-Tests für unabhängige Stichproben miteinander verglichen. Dabei wurden die lange und die kurze Präsentationsdauer separat betrachtet.

Wie erwartet, ergeben sich weder bei der Beurteilung der Landschaftsaufnahmen noch der ekelerregenden Nahrungsfotos Unterschiede zwischen den Gruppen. Bei der Bewertung der angenehmen Nahrungsbilder dagegen zeigen sich auf allen drei Dimensionen Gruppenunterschiede. Während gezügelte Esserinnen die Valenz der Bilder nur bei der langen Präsentation signifikant niedriger einschätzen als ungezügelte Frauen ($p_{\text{einseitig}} < 0.05$), finden sich die erwarteten Gruppenunterschiede auf den Dimensionen „Arousal“ und „Dominanz“ in beiden Darbietungsbedingungen: Gezügelte Teilnehmerinnen geben jeweils ein höheres Erregungsniveau (kurze Präsentation: $p_{\text{einseitig}} < 0.01$; lange Präsentation: $p_{\text{einseitig}} < 0.05$) und gleichzeitig ein niedrigeres Dominanzempfinden an als ungezügelte Probandinnen (beide Darbietungen: $p_{\text{einseitig}} < 0.1$). Eine genauere Betrachtung des Bildmaterials mit der Aufteilung der Nahrungstimuli in „süße“ und „herzhafte“ Speisen zeigt, dass sich der Gruppenunterschied bezüglich der Dominanz hauptsächlich auf die Abbildungen süßer Nahrungsmittel zurückführen lässt (beide Darbietungen: $p_{\text{einseitig}} < 0.05$), während sich für die herzhaften Speisen kein statistisch bedeutsames Ergebnis findet. In Hinblick auf das Arousal geben die gezügelten Esserinnen bei beiden Bildkategorien im Gegensatz zu den ungezügelten Esserinnen erhöhte Werte an, wobei dieser Unterschied am deutlichsten bei den Bildern mit herzhafter Nahrung in der kurzen Wahrnehmungsbedingung hervortritt ($p_{\text{einseitig}} < 0.05$), während er bei den Bildern mit süßen Speisen nur tendenziell signifikant wird. Tabelle 4.17 fasst die Ergebnisse zusammen.

Tabelle 4.17 Mittelwerte und Standardabweichungen sowie Ergebnisse der t-Tests für gezügelte (N = 9) und ungezügelte Esserinnen (N = 6)

VALENZ								
Bildkategorie	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M _{UE} (SD _{UE})	M _{RE} (SD _{RE})	t	p	M _{UE} (SD _{UE})	M _{RE} (SD _{RE})	t	p
Landschaft	6.92 (0.81)	7.08 (0.82)	-0.378	0.711	7.08 (0.69)	6.82 (0.66)	0.737	0.474
Ekel	2.87 (0.90)	2.41 (0.70)	1.128	0.280	2.19 (0.81)	2.14 (0.46)	0.149	0.886
Nahrung, angenehm	6.67 (0.25)	6.39 (0.58)	1.244	0.238	7.05 (0.39)	6.49 (0.63)	1.943	0.074
Nahrung, süß	6.65 (0.89)	6.37 (1.21)	0.487	0.634	7.00 (0.92)	6.46 (1.15)	0.957	0.356
Nahrung, herzhaft	6.68 (0.41)	6.41 (0.66)	0.979	0.345	7.08 (0.35)	6.46 (0.83)	1.984	0.072
AROUSAL								
Bildkategorie	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M _{UE} (SD _{UE})	M _{RE} (SD _{RE})	t	p	M _{UE} (SD _{UE})	M _{RE} (SD _{RE})	t	p
Landschaft	3.69 (1.07)	4.16 (0.86)	-0.941	0.364	3.61 (1.09)	3.58 (1.08)	0.047	0.963
Ekel	6.00 (1.15)	5.79 (1.34)	0.309	0.762	6.14 (1.13)	5.88 (1.57)	0.346	0.735
Nahrung, angenehm	5.04 (0.28)	5.69 (0.39)	-3.497	0.004	5.19 (0.50)	5.83 (0.65)	-2.048	0.061
Nahrung, süß	5.00 (0.46)	5.58 (0.80)	-1.588	0.136	5.02 (0.51)	5.56 (0.97)	-1.406	0.184
Nahrung, herzhaft	5.07 (0.77)	5.75 (0.55)	-1.998	0.067	5.32 (0.83)	6.02 (0.80)	-1.647	0.123
DOMINANZ								
Bildkategorie	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M _{UE} (SD _{UE})	M _{RE} (SD _{RE})	t	p	M _{UE} (SD _{UE})	M _{RE} (SD _{RE})	t	p
Landschaft	7.16 (1.44)	7.23 (1.29)	-0.101	0.921	6.89 (1.63)	7.21 (1.33)	-0.419	0.682
Ekel	4.42 (1.44)	4.70 (1.75)	-0.325	0.751	4.29 (2.06)	4.45 (1.55)	-0.164	0.874
Nahrung, angenehm	6.76 (0.98)	5.89 (1.16)	1.510	0.155	6.91 (1.38)	5.78 (1.37)	1.553	0.144
Nahrung, süß	7.01 (0.98)	5.67 (1.17)	2.399	0.033	7.00 (1.34)	5.63 (1.11)	2.150	0.051
Nahrung, herzhaft	6.51 (1.05)	6.07 (1.30)	0.680	0.508	6.77 (1.40)	5.87 (1.81)	1.031	0.321

M_{UE}, SD_{UE}: Mittelwert und Standardabweichung der ungezügelten Esserinnen;M_{RE}, SD_{RE}: Mittelwert und Standardabweichung der gezügelten Esserinnen

Die Beurteilung von Valenz, Arousal und Dominanz durch die gezügelten Teilnehmerinnen entspricht somit weitgehend den oben genannten Hypothesen: Ihre vermehrte Erregung und das gleichzeitig verminderte Dominanzerleben beim Anblick der verlockenden Nahrungsmittel sprechen für die vermutete Angst vor einem Kontrollverlust, die von den ungezügelten Frauen nicht erlebt wird. Da die dargestellten Speisen für die gezügelten Frauen also eher eine Gefahr als eine angenehme Stimulation darstellen, bewerten sie auch die Valenz dieser Reize niedriger als die ungezügelten Esserinnen (vgl. Müller, Pause & Ferstl, 2000).

Ergebnisse zur Auswahl der Bilder

Aufgrund der eben vorgestellten Ergebnisse sollte für die Hauptstudie eine zusätzliche Differenzierung der ursprünglich vorgesehenen 30 positiven Nahrungsbilder in „süße“ und „herzhafte“ Lebensmittel erfolgen. Es sollten somit je 15 Bilder der folgenden vier Kategorien ausgewählt werden: Landschaftsaufnahmen, Fotografien appetitlicher herzhafter oder süßer Speisen sowie Fotografien unappetitlicher oder verdorbener Lebensmittel.

Um geeignete Bilder für die Hauptstudie zusammenzustellen, wurde zunächst für jedes Bild die mittlere Bewertung auf den Skalen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ über alle Teilnehmerinnen (N = 28) berechnet. Es zeigt sich hierbei, dass Landschaftsbilder mit mittleren Werten zwischen 5.57 und 8.70 bei einem möglichen Wertebereich von 0 bis 9 bei der kurzen Darbietungszeit insgesamt die höchsten Rangplätze auf der Valenz-Skala erhalten. Wie erwartet, liegen unangenehme Nahrungsbilder mit Mittelwerten zwischen 1.61 und 4.54 (kurze Darbietung) nur im unteren Bereich dieser Dimension. Aufnahmen herzhafter und süßer Speisen nehmen mit Werten zwischen 3.89 und 7.52 (kurze Darbietung) hohe bis mittlere Rangplätze ein.

Auch bei der Betrachtung der Rangplätze auf der Dominanz-Skala finden sich die höchsten Werte bei den Landschaftsfotografien (6.42 – 7.52, kurze Version), während die angenehmen Nahrungsbilder mit Werten zwischen 5.39 und 6.89 in einem mittleren Bereich liegen. Die niedrigsten Werte (3.71 – 5.61) erhalten wiederum die unangenehmen Nahrungsbilder.

Bezüglich des Arousals bekommen Nahrungsbilder höhere Werte als Landschaftsbilder (3.07 – 5.70, kurze Version), wobei sich Abbildungen süßer und herzhafter Nahrungsmittel mit mittleren Werten von 4.00 bis 6.46 in der kurzen Darbietung nicht unterscheiden, während ekelerregende Aufnahmen (4.71 – 7.00; kurze Präsentation) eher im oberen Bereich rangieren. Die Bilder mit den jeweilig höchsten und niedrigsten Werten auf einer der drei Dimensionen sind in Tabelle 4.18 getrennt für die lange und die kurze Präsentation aufgeführt.

Tabelle 4.18 Mittelwerte und Standardabweichungen der Bilder mit den geringsten und höchsten mittleren Bewertungen auf den Dimensionen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“, getrennt für die kurze und lange Darbietung

VALENZ								
Bild-kategorie	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	Bild min	M (SD)	Bild max	M (SD)	Bild min	M (SD)	Bild max	M (SD)
Landschaft	Blumenweg2	5.57 (1.60)	Sonnenblume	8.70 (0.61)	Blumenweg2	5.18 (1.52)	Sonnenblume	8.82 (0.55)
Herzhaft	Schinkenwurst	3.89 (2.17)	Spaghetti2	7.52 (1.16)	Schinkenwurst	3.86 (1.65)	Nudeln	7.68 (1.09)
Süß	Fruchteis	5.25 (1.27)	Schokoladeneis	7.29 (1.84)	Fruchteis	5.64 (1.70)	Obsttorte	7.32 (1.19)
Ekel	Schimmel-Sandwich	1.61 (0.92)	Schimmeltomaten2	4.54 (1.43)	Schimmelbrot3	1.43 (0.74)	Hummel2	3.64 (1.42)
AROUSAL								
Bild-kategorie	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	Bild min	M (SD)	Bild max	M (SD)	Bild min	M (SD)	Bild max	M (SD)
Landschaft	Rosa-Blumen1	3.07 (1.76)	Sonnenblume	5.70 (2.40)	Wiese2	2.68 (1.77)	Sonnenblume	5.71 (2.76)
Herzhaft	Butterbrot2	4.00 (1.89)	Truthahn	6.46 (1.17)	Butterbrot2	4.43 (1.73)	Truthahn	6.64 (1.83)
Süß	Butter-Muff.; Apfelstrudel*	4.61 (1.50)	Eisbecher	6.21 (1.66)	Apfelstrudel	4.37 (1.69)	Eisbecher	6.18 (2.00)
Ekel	FauleÄpfel	4.71 (1.54)	Schimmelkäse2	7.00 (1.57)	Brauner-Apfel2	4.61 (2.04)	Tote-Maus1*	7.32 (1.54)
DOMINANZ								
Bild-kategorie	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	Bild min	M (SD)	Bild max	M (SD)	Bild min	M (SD)	Bild max	M (SD)
Landschaft	Tulpen	6.43 (1.97)	Sonnenblume	7.52 (1.87)	Schmetterling3	5.77 (1.69)	Sonnenblume	7.57 (1.69)
Herzhaft	Frikadellen	5.57 (1.67)	Eiersalat	6.82 (1.83)	Grillhuhn	5.68 (1.98)	Quarkbrot	6.79 (1.71)
Süß	Zucker-kuchen 1	5.39 (1.85)	Mohrenkopf	6.89 (1.80)	Mandari-mentorte	5.86 (1.74)	Obsttorte	6.89 (1.45)
Ekel	Tote-Maus1*	3.71 (2.05)	Brauner-Apfel2	5.61 (2.20)	ToteMaus1	3.36 (1.79)	Hummel2	5.50 (2.19)

M: Mittelwert; SD: Standardabweichung; Bild min, max: Bild mit geringster und höchster mittlerer Bewertung;

* bei mehreren Bildern mit demselben Mittelwert wurde das Bild mit der geringsten Streuung aufgeführt

In einem nächsten Auswertungsschritt wurden die Mittelwerte der einzelnen Bildkategorien (wie bereits oben beschrieben) über alle Probandinnen berechnet und mittels t-Tests für abhängige Stichproben miteinander verglichen. Wie durch die Auswahl des Materials zu erwarten war, ergeben sich hierbei bezüglich der Valenz in beiden Darbietungsbedingungen signifikante Unterschiede zwischen den ekelerregenden Nahrungsbildern und den anderen drei Kategorien (beide Darbietungen: $p_{\text{zweiseitig}} < 0.001$). Zusätzlich findet sich allerdings bei der kurzen Präsentation eine signifikant höhere Bewertung der Landschaftsaufnahmen im Vergleich zu den Abbildungen süßer ($p_{\text{zweiseitig}} < 0.01$) und herzhafter ($p_{\text{zweiseitig}} < 0.05$) Nahrung.

Bei der Einschätzung des Arousal kommt es in beiden Präsentationen bei den Abbildungen unangenehmer Nahrungsreize zu signifikant höheren Angaben als bei den anderen drei Kategorien (kurze Präsentation: $p_{\text{zweiseitig}}(\text{Landschaft, süß}) \leq 0.001$, $p_{\text{zweiseitig}}(\text{herzhaft}) < 0.05$; lange Präsentation: $p_{\text{zweiseitig}}(\text{Landschaft, süß}) < 0.001$, $p_{\text{zweiseitig}}(\text{herzhaft}) < 0.05$). Außerdem erreichen die Landschaftsaufnahmen im Vergleich zu den Bildern von süßen und herzhaften Lebensmitteln signifikant kleinere Erregungswerte (beide Darbietungen: $p_{\text{zweiseitig}} < 0.001$).

In Bezug auf die eingeschätzte Dominanz ergeben sich ebenfalls – wie bereits aus der deskriptiven Analyse der Daten zu vermuten war – signifikante Unterschiede zwischen den ekelerregenden nahrungsassoziierten Stimuli und den anderen drei Bildklassen (beide Darbietungen: $p_{\text{zweiseitig}} < 0.001$), wobei die Teilnehmerinnen sich bei den unangenehmen Reizen jeweils deutlich weniger dominant erlebten als bei den angenehmen. Gleichzeitig war das Dominanzempfinden bei den Landschaftsaufnahmen allerdings deutlich stärker ausgeprägt als bei den positiven Nahrungsreizen (kurze Präsentation: $p_{\text{zweiseitig}} < 0.01$; lange Präsentation: $p_{\text{zweiseitig}} < 0.05$). Eine Auflistung aller Bildvergleiche für die kurze und lange Wahrnehmungsbedingung ist Tabelle 4.19 zu entnehmen.

Tabelle 4.19 Mittelwerte und Standardabweichungen der vier Bildklassen der Vorstudie für die Dimensionen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ sowie Ergebnisse der Einzelvergleiche jeweils zweier Kategorien, getrennt für die kurze und lange Darbietungszeit

VALENZ								
Einzelvergleich	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p
Nahrung: Süß vs. Herzhaft	6.38 (0.93)	6.26 (0.78)	0.502	0.619	6.58 (0.95)	6.49 (0.83)	0.421	0.677
Nahrung: Süß vs. Ekel	6.38 (0.93)	2.74 (0.76)	17.161	0.000	6.58 (0.95)	2.35 (0.61)	18.965	0.000
Nahrung: Herzhaft vs. Ekel	6.26 (0.78)	2.74 (0.76)	19.568	0.000	6.49 (0.83)	2.35 (0.61)	22.356	0.000
Süß vs. Landschaft	6.38 (0.93)	6.83 (0.84)	-2.137	0.042	6.58 (0.95)	6.70 (0.81)	-0.577	0.569

Tabelle 4.19 Fortsetzung

VALENZ								
Einzelvergleich	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p
Herzhaft vs. Landschaft	6.26 (0.78)	6.83 (0.84)	-3.285	0.003	6.49 (0.83)	6.70 (0.81)	-1.248	0.223
Ekel vs. Landschaft	2.74 (0.76)	6.83 (0.84)	-20.117	0.000	2.35 (0.61)	6.70 (0.81)	-22.202	0.000
AROUSAL								
Einzelvergleich	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p
Nahrung: Süß vs. Herzhaft	5.17 (0.90)	5.29 (0.81)	-0.731	0.471	5.15 (1.16)	5.38 (1.12)	-1.253	0.221
Nahrung: Süß vs. Ekel	5.17 (0.90)	5.96 (1.19)	-3.803	0.001	5.15 (1.16)	6.03 (1.36)	-3.303	0.003
Nahrung: Herzhaft vs. Ekel	5.29 (0.81)	5.96 (1.19)	-2.469	0.020	5.38 (1.12)	6.03 (1.36)	-2.110	0.044
Süß vs. Landschaft	5.17 (0.90)	4.00 (1.23)	4.914	0.000	5.15 (1.16)	3.76 (1.30)	5.331	0.000
Herzhaft vs. Landschaft	5.29 (0.81)	4.00 (1.23)	7.459	0.000	5.38 (1.12)	3.76 (1.30)	7.463	0.000
Ekel vs. Landschaft	5.96 (1.19)	4.00 (1.23)	5.650	0.000	6.03 (1.36)	3.76 (1.30)	5.971	0.000
DOMINANZ								
Einzelvergleich	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p
Nahrung: Süß vs. Herzhaft	6.15 (1.27)	6.17 (1.18)	-0.080	0.937	6.29 (1.22)	6.22 (1.41)	0.381	0.706
Nahrung: Süß vs. Ekel	6.15 (1.27)	4.68 (1.58)	4.914	0.000	6.29 (1.22)	4.60 (1.74)	4.732	0.000
Nahrung: Herzhaft vs. Ekel	6.17 (1.18)	4.68 (1.58)	4.834	0.000	6.22 (1.40)	4.60 (1.74)	4.016	0.000
Süß vs. Landschaft	6.15 (1.27)	6.88 (1.32)	-3.208	0.003	6.29 (1.22)	6.78 (1.37)	-2.091	0.046
Herzhaft vs. Landschaft	6.17 (1.18)	6.88 (1.32)	4.012	0.000	6.22 (1.41)	6.78 (1.37)	2.413	0.023
Ekel vs. Landschaft	4.68 (1.58)	6.88 (1.32)	-6.533	0.000	4.60 (1.74)	6.78 (1.37)	-5.667	0.000

M: Mittelwert; SD: Standardabweichung

4.2.2.2 Bildmaterial für die Hauptuntersuchung

Um das Reizmaterial entsprechend den oben genannten Kriterien zusammenzustellen, wurden in den Kategorien der süßen und herzhaften Speisen Bilder mit hohen Valenz- und Arousal-Werten ausgewählt. Bei den unangenehmen Nahrungsreizen wurde neben den möglichst niedrigen Valenz-Werten besonders darauf geachtet, dass sie nicht zu hohe Arousal-Werte erzielten. Bei der Auswahl wurde jeweils die Einschätzung in der kurzen Präsentationsbedingung als ausschlaggebend betrachtet, da für die Hauptstudie vor allem die emotionale Reaktion während der EEG-Aufzeichnung entscheidend ist.

Da sich bei den Landschaftsaufnahmen herausgestellt hatte, dass sie gleichzeitig als deutlich positiver und wesentlich weniger anregend empfunden wurden als die angenehmen Nahrungsbilder, konnte das für die Hauptstudie benötigte Reizmaterial nicht komplett aus den Bildern dieser Vorstudie zusammengestellt werden. Es wurden daher zusätzlich weitere Bilder aus dem IAPS entnommen, die anhand ihrer Normwerte für weibliche Versuchsteilnehmer ausgewählt wurden. Außerdem wurden sie einigen Versuchspersonen mit einer Darbietungszeit von 400 ms vorgeben, um ihre Erkennbarkeit (Zuordnung zur Kategorie „keine Nahrung“) abschätzen zu können. Es wurden hier hauptsächlich Bilder mit vergleichsweise geringer Valenz bei gleichzeitig hohem Erregungsniveau ausgewählt.

Nachdem je 15 Bilder einer Kategorie selektiert worden waren, wurde folgendes Verfahren angewendet, um die vier Kategorien hinsichtlich der aufgestellten Kriterien miteinander vergleichen zu können: Es wurde für jedes ausgewählte Bild der Mittelwert der jeweiligen Beurteilung (Valenz, Arousal, Dominanz) über alle Versuchspersonen berechnet. Bei den aus dem IAPS direkt übernommenen Landschaftsbildern wurde entsprechend der angegebene Normwert eingesetzt. Anschließend wurden diese mittleren Einschätzungen zu Kategorie-mittelwerten zusammengefasst, welche wiederum über t-Tests für unabhängige Stichproben miteinander verglichen wurden. Im Unterschied zu dem vorher beschriebenen Verfahren (Kategorienvergleich innerhalb der Vorstudie) ergibt sich die Größe der Stichprobe jetzt nicht mehr durch die Anzahl der Teilnehmerinnen, sondern durch die Anzahl der Bilder pro Kategorie.

Alle Vergleiche zwischen den Nahrungskategorien und der Kategorie „Landschaft“ wurden nur mit den Werten für die lange Präsentation durchgeführt, da bei der Ermittlung der Normwerte des IAPS in der Regel mit einer Präsentationsdauer von 6 s gearbeitet wurde. Darüber hinaus ist nicht bekannt, auf welchen Stichprobengrößen diese Normwerte basieren. Laut der Angaben der Autoren kann aber von einer Anzahl von etwa 100 Personen ausgegangen werden (persönliche Mitteilung, 1999). Die entsprechenden Vergleiche können somit nur als Abschätzungen interpretiert werden.

Wie aus Tabelle 4.20 hervorgeht, erfüllen die vier Bildkategorien hinsichtlich der Valenz-Dimension die oben genannten Bedingungen: Die Landschaftsaufnahmen sowie die Bilder der beiden positiven Nahrungskategorien (süß und herzhaft) unterscheiden sich jeweils nicht

voneinander und werden mit mittleren Werten zwischen 6.70 und 7.22 als stark positiv bewertet. Dagegen liegen die Fotografien der Kategorie „Ekel“ mit Werten um 3.00 sowohl in der langen als auch der kurzen Darbietungsbedingung signifikant darunter ($p_{\text{zweiseitig}} < 0.001$).

Bei der Einschätzung des Arousal wird das oben aufgestellte Kriterium nicht vollständig erfüllt. Während sich die Beurteilung der Landschaftsbilder nicht signifikant von der Bewertung der anderen drei Bildklassen unterscheidet, treten zwischen diesen bei der kurzen Darbietungszeit statistisch bedeutsame Unterschiede auf: Ekelerregende Nahrungsfotos erzielen hier tendenziell höhere Arousal-Werte als Abbildungen süßer Speisen ($p_{\text{zweiseitig}} < 0.1$). Insgesamt liegen alle Bildklassen mit mittleren Werten zwischen 5.48 und 5.80 allerdings nur knapp über dem Skalenmittelwert von 5.00. Eine Zusammenstellung dieser Ergebnisse befindet sich in Tabelle 4.20.

Bei der Dominanzeinschätzung, für die kein Auswahlkriterium aufgestellt wurde, bestätigt sich weitgehend die oben genannte Vermutung wie aus Tabelle 4.20 zu ersehen ist. In beiden Wahrnehmungsbedingungen erzielen die unangenehmen Bilder signifikant niedrigere Werte als die Bilder der anderen drei Kategorien ($p_{\text{zweiseitig}}(\text{süß, herzhaft}) < 0.001$; $p_{\text{zweiseitig}}(\text{Landschaft}) < 0.05$).

Tabelle 4.20 Ergebnisse der Einzelvergleiche jeweils zweier Bildkategorien der für die Hauptstudie ausgewählten Stimuli für die Dimensionen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ sowie Mittelwerte und Standardabweichungen, getrennt für die kurze und lange Darbietungszeit

VALENZ								
Einzelvergleich	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p
Nahrung: Süß vs. Herzhaft	6.79 (0.24)	6.70 (0.50)	0.616	0.545	6.86 (0.26)	6.95 (0.39)	-0.750	0.461
Nahrung: Süß vs. Ekel	6.79 (0.24)	3.00 (0.75)	18.583	0.000	6.86 (0.26)	2.61 (0.60)	25.214	0.000
Nahrung: Herzhaft vs. Ekel	6.70 (0.50)	3.00 (0.75)	15.847	0.000	6.95 (0.39)	2.61 (0.60)	23.487	0.000
Süß vs. Landschaft	6.79 (0.24)				6.86 (0.26)	7.22 (1.08)	-1.257	0.227
Herzhaft vs. Landschaft	6.70 (0.50)				6.95 (0.39)	7.22 (1.08)	-0.908	0.376
Ekel vs. Landschaft	3.00 (0.75)				2.61 (0.60)	7.22 (1.08)	-14.442	0.000

Tabelle 4.20 Fortsetzung

AROUSAL								
Einzelvergleich	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p
Nahrung: Süß vs. Herzhaft	5.54 (0.34)	5.62 (0.40)	-0.557	0.582	5.48 (0.31)	5.72 (0.46)	-1.658	0.108
Nahrung: Süß vs. Ekel	5.54 (0.34)	5.80 (0.48)	-1.729	0.096	5.48 (0.31)	5.69 (0.62)	-1.160	0.259
Nahrung: Herzhaft vs. Ekel	5.62 (0.40)	5.80 (0.48)	-1.155	0.258	5.72 (0.46)	5.69 (0.62)	0.149	0.883
Süß vs. Landschaft	5.54 (0.34)				5.48 (0.31)	5.59 (0.73)	-0.533	0.600
Herzhaft vs. Landschaft	5.62 (0.40)				5.72 (0.46)	5.59 (0.73)	0.573	0.572
Ekel vs. Landschaft	5.80 (0.48)				5.69 (0.62)	5.59 (0.73)	0.397	0.695
DOMINANZ								
Einzelvergleich	kurze Präsentation				lange Präsentation			
	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p	M ₁ (SD ₁)	M ₂ (SD ₂)	t	p
Nahrung: Süß vs. Herzhaft	6.15 (0.37)	6.27 (0.24)	-1.106	0.280	6.30 (0.22)	6.37 (0.26)	-0.767	0.449
Nahrung: Süß vs. Ekel	6.15 (0.37)	4.95 (0.48)	7.623	0.000	6.30 (0.22)	4.91 (0.43)	11.077	0.000
Nahrung: Herzhaft vs. Ekel	6.27 (0.24)	4.95 (0.48)	9.476	0.000	6.37 (0.26)	4.91 (0.43)	11.259	0.000
Süß vs. Landschaft	6.15 (0.37)				6.30 (0.22)	5.77 (1.29)	1.573	0.137
Herzhaft vs. Landschaft	6.27 (0.24)				6.37 (0.26)	5.77 (1.29)	1.765	0.098
Ekel vs. Landschaft	4.95 (0.48)				4.91 (0.43)	5.77 (1.29)	-2.455	0.025

M: Mittelwert; SD: Standardabweichung; ■ keine Berechnung möglich

Um sicherzustellen, dass sich die Valenz-Beurteilungen der angenehmen und der unangenehmen Nahrungsbilder nicht überschneiden, fand auf folgende Weise ein Vergleich zwischen den beiden Gruppen statt. Das Bild aus der Gruppe der **unangenehmen** Nahrungsbilder mit der **höchsten** Valenzeinschätzung wurde mit dem Bild aus der Gruppe der **angenehmen** Nahrungsbilder mit der **niedrigsten** Valenzbeurteilung verglichen. Hier ergab sich ein signifikanter Unterschied auf einem α -Niveau von 1 % ($M_1 = 3.96$, $M_2 = 6.75$; $SD_1 = 1.29$, $SD_2 = 1.35$; $t = -9.96$, $p < 0.001$). In Anhang D2 sind alle für die Hauptstudie ausgewählten Bilder aufgelistet. Weiterhin findet sich hier eine Übersicht über ihre mittleren Valenz-, Arousal- und Dominanzwerte.

Aus den dargestellten Ergebnissen wird deutlich, dass die oben gestellten Bedingungen für die Endauswahl der Bilder weitgehend erfüllt werden: Während sich die angenehmen und unangenehmen Nahrungsbilder bei beiden Darbietungszeiten hinsichtlich ihrer mittleren Valenzwerte klar unterscheiden, sind sie bezüglich der Arousal-Dimension vergleichbar. Somit erscheinen die ausgewählten Bilder für die Präsentation in der Hauptstudie als geeignet. Abbildung 4.2 enthält Beispielbilder aus jeder der vier Kategorien.

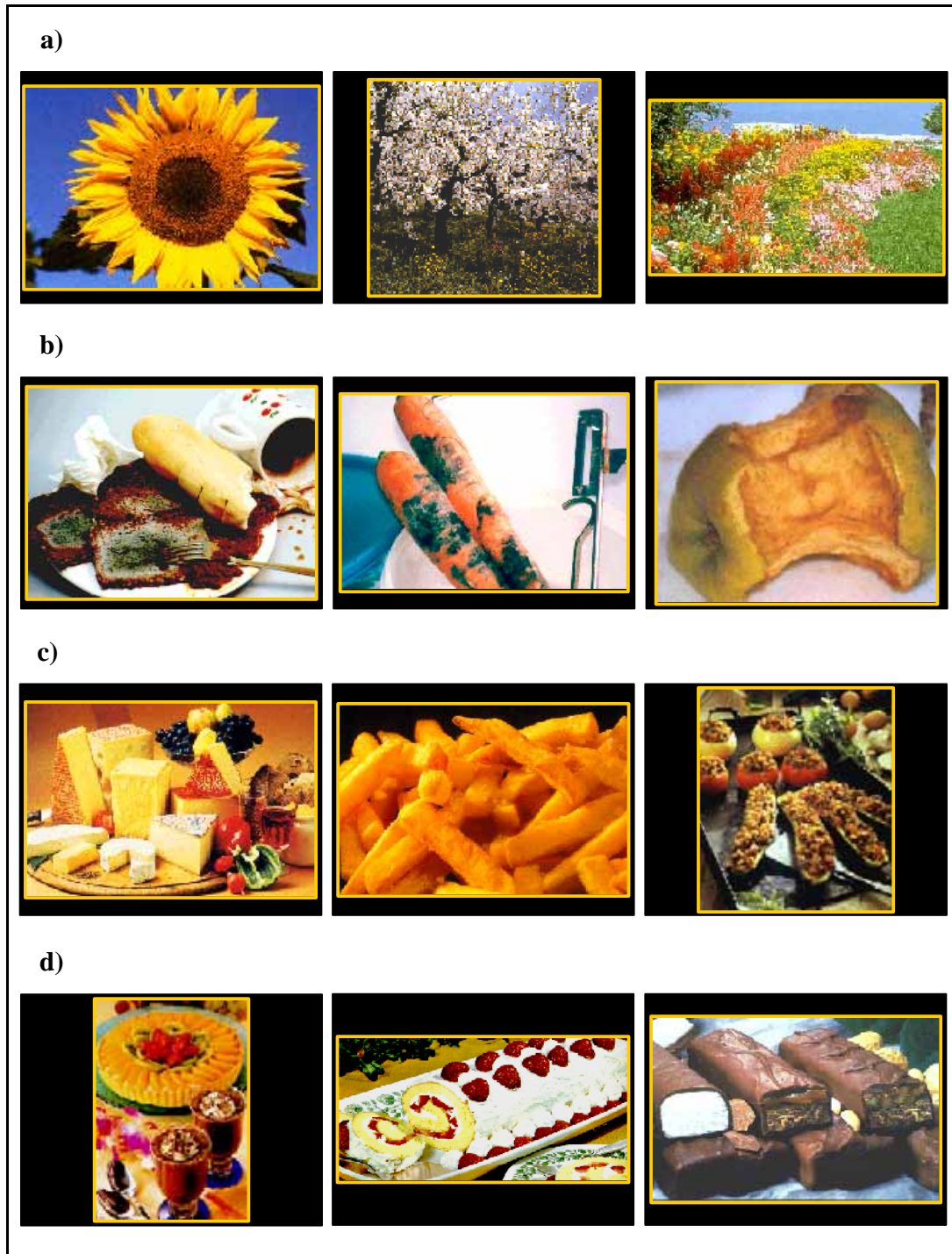


Abbildung 4.2 Beispiele aus den für die Hauptstudie ausgewählten Bildern der vier Kategorien a) Landschaft, b) Ekel, c) Herzhaft und d) Süß

4.2.2.3 Befragungsmethoden und Fragebögen

In dieser Studie wurden verschiedene Befragungsmethoden sowohl zur Einteilung der Versuchspersonen in die einzelnen Untersuchungsgruppen als auch zur genaueren Beschreibung der Stichprobe und zur Kontrolle möglicher Störvariablen eingesetzt. Außerdem wurde die Einschätzung des Stimulusmaterials durch die Probandinnen mit Hilfe unterschiedlicher computergestützter Beurteilungsskalen erhoben. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über den jeweiligen theoretischen Hintergrund und die Anwendung der einzelnen Verfahren gegeben und die Art der Durchführung im Rahmen der Untersuchung erläutert werden.

4.2.2.3.1 *Strukturiertes Klinisches Interview nach DSM IV (SKID IV)*

Aufbau und Anwendung im Rahmen der Studie

Dieses Instrument ermöglicht eine detaillierte Befragung und Diagnosestellung nach DSM IV, Achse I (APA, 1994; deutsch: Saß, Wittchen & Zaudig, 1996) für klinische und Forschungszwecke. Das semistrukturierte Interview bietet einerseits einen Leitfaden, mit dessen Hilfe alle benötigten Informationen bezüglich der DSM-Kriterien für eine bestimmte Störung erfasst werden können. Zum anderen erlaubt es, anhand von Screening-Fragen und Sprungregeln Bereiche auszulassen sowie bei speziellen Fragestellungen oder Unklarheiten zusätzliche Informationen zu erheben. Es lässt sich somit zeitökonomisch und standardisiert arbeiten.

Das Interview beginnt mit einem kurzen halbstrukturierten Explorationsleitfaden, der dem Interviewer dazu dient, sich einen Überblick über die Lebenssituation und die möglicherweise bestehende Problematik des Gesprächspartners zu verschaffen. Es folgen eine Reihe von Screening-Fragen, von deren Beantwortung die Durchführung einzelner Sektionen des Interviews bestimmt wird. In diesen alphanumerisch untergliederten Sektionen werden die einzelnen Störungsbereiche abgefragt. Der Text in den Abschnitten ist überwiegend dreispaltig aufgebaut. Auf der linken Seite befinden sich die meist explizit ausformulierten Einstiegs- und Zusatzfragen. In der Mitte sind die jeweiligen DSM-Kriterien aufgeführt, die anhand der Antwort des Gesprächspartners klinisch gewichtet beurteilt werden sollen. Mindestens zwei der folgenden vier Kodierungsoptionen sind auf der rechten Seite gedruckt: ? = „unsicher, Information ist unzureichend“; 1 = „nicht vorhanden, falsch“; 2 = „unterschwellig vorhanden“ und 3 = „vorhanden oder richtig“. Weiterhin befinden sich hier die Sprungregeln wie z.B. „wenn keine 3 in Frage A1 und A2, weiter zu Frage A38“ oder Hinweise auf die Diagnosestellung wie z.B.: „1 = Panikstörung ohne Agoraphobie; 3 = Panikstörung mit Agoraphobie“.

Die amerikanische Originalversion (*The Structured Clinical Interview for DSM III-R, Patient Edition, SCID*; Spitzer, Williams, Gibbon & First, 1990) die sich zunächst auf das DSM III R bezog, gehört laut Wittchen und Unland (1991) in den USA zu den populärsten Instrumenten

und wurde in zahlreichen klinisch-therapeutischen und experimentellen Studien schon vor der Veröffentlichung eingesetzt. Mittlerweile wurde es bereits mehrfach überarbeitet (aktuelle Form: First, Gibbon, Spitzer & Williams; 1996) und von den deutschen Autoren des DSM IV ins Deutsche übertragen. Die Autoren der deutschen Version (Wittchen, Zaudig & Fydrich, 1997) betonen die Flexibilität des Instruments hinsichtlich der Anpassung an die jeweilige Anwendung im Rahmen des Forschungsziels und die gegenüber der amerikanischen Version wesentlich umfangreichere und detailliertere Diagnoseübersicht, die auch die Kodierung von Subtypen und Krankheitsverläufen erlaubt. Weiterhin enthält das SKID eine Skala zur Einschätzung psychosozialer Beeinträchtigungen (Achse IV im DSM IV) sowie eine Skala zur „Globalen Beurteilung der Leistungsfähigkeit“ (Achse V im DSM IV).

Bei allen Teilnehmerinnen der vorliegenden Studie wurden der Explorationsleitfaden und die allgemeinen Screening-Fragen sowie die Einstiegs-Fragen der Sektionen A (Affektive Störungen), B (psychotische Symptome), und G (somatoforme Störungen) jeweils komplett bearbeitet und bei entsprechenden Antworten weitere Fragen zu diesen Bereichen gestellt. Falls sich in den allgemeinen Screening-Fragen Hinweise auf weitere psychische Auffälligkeiten ergaben, wurden zusätzlich die entsprechenden Abschnitte der Sektionen E (Missbrauch und Abhängigkeit), F (Angststörungen) und H (Essstörungen) durchgeführt. Dabei wurde bei den Personen, bei denen aufgrund der Screening-Fragen eine Essstörung ausgeschlossen werden konnte, das Interview abgebrochen, sobald sich aufgrund der Antworten in den einzelnen Bereichen der Verdacht einer psychischen Auffälligkeit ergab (vgl. Abschnitt 4.2.1.2).

Reliabilität und Validität

Die Studien zur Retest-Reliabilität, die von den Autoren des SKID IV angeführt werden, beziehen sich auf die Vorläuferversion des Interviews für das DSM III R. In einer groß angelegten Studie (Williams, Gibbon, First, Spitzer, Davies, Borus, Howes, Kane, Harrison, Pope, Rounsaville & Wittchen, 1992), an der sechs amerikanische und eine deutsche Einrichtung beteiligt waren (vgl. Wittchen, Zaudig, Spengler, Mombour, Hiller, Essau, Rummler, Spitzer & Williams, 1991), wurden insgesamt 592 Versuchspersonen (390 psychiatrische Patienten, davon 84 deutsche) untersucht. Dabei wurden die Interviews im Abstand von mindestens 24 h bis maximal 14 Tagen bei jedem Versuchsteilnehmer von zwei unabhängigen Interviewern durchgeführt. Die Übereinstimmung der diagnostischen Beurteilungen der beiden Interviewer wurde mittels κ -Koeffizienten berechnet. Dabei ergaben sich für die Patienten sowohl für derzeitige als auch für Lifetime-Diagnosen bei den meisten untersuchten Störungsbildern gute Übereinstimmungen von > 0.60 . Für die anderen Probanden ($N = 202$) fielen die κ -Koeffizienten mit Werten zwischen 0.37 und 0.51 in beiden Diagnosezeiträumen geringer aus. Tabelle 4.21 gibt einen Überblick über die Übereinstimmungen bei ausgewählten Störungen, getrennt für die deutsche Stichprobe und die Gesamtanzahl an untersuchten Personen. Bei dem Gesamtwert handelt es sich um ein gewichtetes Maß, bei dem die κ -Koeffizienten aller

Einrichtungen aufsummiert und an der Anzahl insgesamt entsprechend gestellter Diagnosen relativiert wurden.

Tabelle 4.21 Übereinstimmungen der mittels SCID/SKID gestellten Querschnitt- und Lifetime-Diagnosen zwischen je zwei unabhängige Interviewern (Williams et al., 1992)

Störung	Deutsche Stichprobe (N=84)	Gewichteter Gesamtwert für alle Gruppen (N=390)
	κ Querschnitt (κ Lifetime)	κ Querschnitt (κ Lifetime)
Bipolare Störung	0.92 (0.84)	0.84 (0.84)
Major Depression	0.82 (0.77)	0.64 (0.69)
Schizophrenie	0.69 (0.73)	0.65 (0.68)
Missbrauch und Abhängigkeit von Alkohol	-/- (0.87)	0.75 (0.73)
Missbrauch und Abhängigkeit bei anderen Drogen	0.84 (0.81)	0.84 (0.85)
Panikstörung	0.38 (0.28)	0.58 (0.54)
Agoraphobie ohne Panik	0.57 (0.54)	0.43 (0.48)
Soziale Phobie	0.54 (0.55)	0.47 (0.57)
Generalisierte Angststörung	-/- (-/-)	0.56 (-/-)
Zwangsstörung	0.82 (0.72)	0.59 (0.67)
Anorexia nervosa	-/- (-/-)	0.72 (0.84)
Bulimia nervosa	0.82 (0.92)	0.86 (0.87)

κ Querschnitt, κ Lifetime : κ -Koeffizienten

Eine gesonderte Validierung wurde nicht vorgenommen, da anhand des direkten Bezugs auf die diagnostischen Kriterien des DSM bereits von einer hohen Konstrukt-Validität ausgegangen werden kann. Weiterhin ergeben sich Hinweise auf die Validität auch bereits aus der Durchführung und Auswertung bzw. Diagnosestellung durch zwei unabhängige Interviewer.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das SKID mit guten bis sehr guten Inter-Rater-Übereinstimmungen als valides und reliables Instrument zur Erfassung psychischer Auffälligkeiten und Störungen angesehen werden kann. In der vorliegenden Studie wird es mit dem Ziel eingesetzt, gesunde, psychisch unauffällige Personen von Patientinnen mit Essstörungen zu trennen. Weitere Diagnosen sollen im Rahmen der Studie nicht differenziert werden. Bei Personen, bei denen keine Essstörung besteht aber in irgendeiner Weise ein Verdacht auf eine psychische Besonderheit entsteht, wird keine klar abgegrenzte Diagnose verlangt, da sie generell aus der Studie ausgeschlossen werden sollen (vgl. Abschnitt 4.2.1.2).

4.2.2.3.2 Fragebogen zum Essverhalten (FEV)

Aufbau und Auswertung

Der „Fragebogen zum Essverhalten“ (Pudel & Westenhöfer, 1989, siehe Anhang B1.4) stellt eine deutsche Fassung des 1985 von Stunkard und Mesick faktorenanalytisch entwickelten „*Three Factor Eating Questionnaire*“ (TFEQ) dar (vgl. Abschnitt 2.2.3.6). Bei der Konstruktion dieses Verfahrens wurden sowohl Items aus der *Restraint Scale* (Herman & Polivy, 1975; neueste Form: Heatherton, Herman, Polivy, King & McGee, 1988) als auch aus dem „Fragebogen zur latenten Adipositas“ (Pudel, Metzdorff & Oetting, 1975) übernommen. Neben einigen demographischen Angaben umfasst der FEV drei Skalen:

1. Kognitive Kontrolle des Essverhaltens oder gezügeltes Essen (21 Items)

Diese Skala erfasst das Ausmaß, in dem eine bewusste Einschränkung der Nahrungsaufnahme mit dem Ziel der Reduktion bzw. Konstanthaltung des Körpergewichts vorgenommen wird. Die Items erfragen daher Verhaltensweisen wie das Zählen von Kalorien, das bewusste Beenden einer Nahrung bevor eine Sättigung erreicht ist (z.B. „*Ich esse absichtlich kleine Portionen, um nicht zuzunehmen.*“) oder die absichtliche Vermeidung hochkalorischer Lebensmittel (z.B. „*Achten Sie darauf, dass Sie keinen Vorrat an verlockenden Lebensmitteln haben?*“). Hohe Werte auf dieser Skala werden als Indikator für das Vorliegen eines kognitiv kontrollierten, gezügelten Essverhaltens interpretiert.

2. Störbarkeit des Essverhaltens im Sinne einer Enthemmung der Kontrolle (16 Items)

Mit dieser Skala wird ermittelt, inwiefern das Essverhalten durch situative Gegebenheiten (Einnahme von Mahlzeiten in Gesellschaft, Außenreize wie Geruch oder Anblick von Speisen) und emotionale Auslöser (Kompensation negativer Gefühle wie Angst, Kummer, oder Einsamkeit) beeinflusst wird. Die Formulierung entsprechender Items lautet beispielsweise: „*Wenn ich mit jemandem zusammen bin, der kräftig isst, esse ich meistens zuviel*“ oder „*Wenn ich ängstlich oder angespannt bin, fange ich oft an, zu essen.*“

Bei Personen, die einen hohen Wert auf der ersten Skala aufweisen und somit als gezügelte Esser klassifiziert werden können, kann ein hoher Werte auf dieser zweiten Skala als Indikator für eine starke Enthemmung der ausgeübten Kontrolle interpretiert werden. Die leichte Enthemmbarkeit, die charakteristisch für das Essverhaltens vieler gezügelter Esser ist, kann verschiedene, teils zusammenwirkende, Ursachen haben: Zum einen kann sie durch eine gesteigerte psychische Appetenz aufgrund eines überdauernden Deprivationszustandes entstehen. Zum anderen kann sie auf einer Fehlwahrnehmung konditionierter Sättigungssignale aufgrund einer permanenter kognitiven Übersteuerung biologischer Regelmechanismen beruhen.

Bei ungezügelter Ernährung, deren Ernährung überwiegend durch physiologische Bedürfnisse und metabolische Prozesse reguliert wird, bilden hohe Werte auf dieser Skala laut der Autoren eher die „*Befriedigung spezifischer Essbedürfnisse oder -motivationen*“ und nicht „*Enthemmung der Kontrolle*“ (Manual zum FEV, Pudiel & Westenhöfer, 1989, S. 9) ab.

3. Erlebte Hungergefühle (14 Items)

Subjektiv erlebte Hungergefühle, die häufig als störend erlebt werden und zu einer erhöhten Nahrungsaufnahme motivieren, sollen über Items wie z.B. „*Ich könnte zu jeder Tageszeit essen, da ich ständig Appetit habe*“, „*Spätabends oder in der Nacht bekomme ich manchmal großen Hunger*“, „*Ich bin meistens so hungrig, dass ich öfter zwischen den Mahlzeiten esse*“ oder „*Manchmal wünsche ich mir, dass mir ein Fachmann sagt, ob ich satt bin oder noch mehr essen darf*“ erfasst werden. Diese Skala korreliert zwar hoch mit der Skala „*Störbarkeit des Essverhaltens*“ und lässt sich z.T. faktorenanalytisch nicht von dieser trennen, wurde jedoch bei der Übertragung des TFEQ ins Deutsche beibehalten, um eine bessere Vergleichbarkeit zu erzielen.

Die Items der einzelnen Skalen sind in randomisierter Reihenfolge angeordnet und z.T. gegensätzlich gepolt, um Antworttendenzen oder hypothesengeleiteten Antwortmustern entgegenzuwirken.

Die Auswertung erfolgt jeweils über eine 0/1-Kodierung der Items und der Addition der Einzelwerte zu Skalensummenscores. Für jede Skala existieren eine Reihe von Items in Form von Aussagesätzen die mit den Alternativen „trifft zu/trifft nicht zu“ beantwortet werden. Die restlichen Items sind in Frageform formuliert und die Versuchsperson wählt anhand einer Skala mit den Stufen „immer“, „oft“, „selten“ oder „nie“ die passendste Alternative aus. Bei der späteren Kodierung dieser Items werden jeweils die Stufen „immer“ und „oft“ sowie „selten“ und „nie“ zusammengefasst, so dass pro Item wiederum nur die Werte 0 oder 1 zugeordnet werden.

Im Rahmen einer vorläufigen Normierung an 1097 Frauen wird von Pudiel und Westenhöfer (1989) vorgeschlagen, die Summenscores der drei Skalen jeweils in Quintile zu klassifizieren, die sich verbal mit den Attributen: „sehr gering“, „gering“, „mittel“, „hoch“ oder „sehr hoch“ beschreiben lassen. Die entsprechenden Rohwertbereiche für jede der drei Skalen sind in Tabelle 4.22 aufgeführt.

Tabelle 4.22 Klassifikation von Personen in unselektierten Kollektiven auf den drei FEV-Skalen (vorläufige Normierung nach Pudiel und Westenhöfer, 1989)

Quintile	Skala 1 Kognitive Kontrolle	Skala 2: Störbarkeit	Skala 3: Hungergefühle
sehr gering	0 – 3	0 – 3	0 – 2
gering	4 – 6	4 – 5	3 – 4
mittel	7 – 9	6 – 8	5 – 6
hoch	10 – 13	9 – 11	7 – 9
sehr hoch	14 – 21	12 – 16	10 – 14

Reliabilität und Validität

Für die Berechnung von Reliabilitäts- und Validitätsmaßen standen insgesamt drei unterschiedliche Stichproben zur Verfügung, die innerhalb des Zeitraumes von 1985 bis 1988 untersucht wurden. Bei der ersten Gruppe handelte es sich um 35 877 Leserinnen einer großen deutschen Frauenzeitschrift, die den ausgefüllten Fragebogen einsandten und gegen eine geringe Gebühr eine persönliche Rückmeldung über ihre Ergebnisse erhielten. Die zweite Stichprobe setzte sich aus 46 128 weiblichen und 8389 männlichen Teilnehmern eines einjährigen Gewichtsreduktions-Programms zusammen und die dritte Stichprobe bildeten 1097 Frauen, die als freiwillige Versuchspersonen an ernährungspsychologischen Experimenten teilnahmen und in diesem Rahmen den Fragebogen ausfüllten.

Itemkennwerte wie Mittelwert (in diesem Fall zugleich relative Lösungshäufigkeit), Standardabweichung und Trennschärfe wurde für die erste und dritte Stichprobe getrennt berechnet. Obwohl die Verteilung dieser Maße von den Autoren als zufriedenstellend betrachtet wird, weisen einige Items mit Werten > 0.8 doch sehr hohe Lösungswahrscheinlichkeiten auf und sind meist durch sehr niedrige Trennschärfewerte < 0.3 gekennzeichnet. Auf eine diesen Werten entsprechende Itemselektion wurde jedoch von den Autoren bewusst aus Gründen einer besseren Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen im TFEQ verzichtet.

Als Reliabilitätsmaße wurde zum einen die interne Konsistenz (Cronbachs α) der Items in allen drei Stichproben getrennt bestimmt und zum anderen eine Berechnung der Split-Half-Korrelationen nach Spearman-Brown) für die Stichproben 2 und 3 durchgeführt. Während für die Skala 1 mit Werten zwischen 0.82 und 0.87 eine vergleichsweise hohe Reliabilität ermittelt werden konnte, liegen die Reliabilitätsmaße der Skalen 2 und 3 mit Werten zwischen 0.75 und 0.82 leicht darunter.

Zur Beurteilung der Validität des Verfahrens wurden eine Reihe von Validitätsmaßen erhoben. Um Aufschluss darüber zu erhalten, ob die drei Skalen tatsächlich verschiedene Aspekte des Essverhaltens erfassen, wurde für jede Stichprobe überprüft, wie hoch jeweils zwei Ska-

len miteinander korrelieren. Dabei ergaben sich mit Werten zwischen $|0.05|$ und $|0.037|$ vergleichsweise niedrige Korrelationen der ersten Skala mit den anderen beiden, die je nach Stichprobe auch unterschiedliche Richtungen hatten. Es lässt sich somit annehmen, dass die Skala „Kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ eine eigenständige Verhaltensdisposition erfasst, die nicht mit den Dimensionen „Störbarkeit“ oder „Hungergefühle“ in Zusammenhang steht. Die Skalen 2 und 3 korrelierten jedoch in jeder Stichprobe mit Werten um 0.6 hoch positiv miteinander, so dass die Erfassung unterschiedlicher Dimensionen des Essverhaltens in Frage gestellt wird. Die große Übereinstimmung bei der Beantwortung der Items der Skalen „Störbarkeit der Kontrolle“ und „Hungergefühle“ lässt sich allerdings bereits z.T. aus der Ähnlichkeit der Itemformulierung vermuten, die mit Items wie z.B. *„Ich kann mich bei einem leckeren Duft meist nur schwer vom Essen zurückhalten, auch wenn ich vor kurzer Zeit erst gegessen habe.“* aus der zweiten Skala und *„Wenn ich leckere Dinge sehe, kriege ich häufig solchen Appetit, dass ich sie sofort esse.“* aus der dritten Skala eine Überarbeitung der Skalen sinnvoll erscheinen lässt.

Ein ähnliches Bild ergibt sich auch bei einer faktorenanalytischen Untersuchung der Items. Die von den Autoren mittels einer Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation und anschließendem Scree-Test (Cattell, 1966) ermittelte 3-Faktor-Lösung klärte in den Stichproben jeweils etwa 30 % der Varianz auf. Dabei luden die Items der Skala „Kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ in jeder Stichprobe gemeinsam auf einem Faktor, während der zweite Faktor aus Items der Skalen „Störbarkeit“ und „Hungergefühle“ bestand. Der dritte Faktor wurde hauptsächlich von Items der Skala „Störbarkeit“ gebildet, wobei Items, die eine Störbarkeit der Kontrolle durch emotionalen Stress repräsentieren, am höchsten auf diesem Faktor luden.

Die differentielle Validität des Fragebogens wurde überprüft, indem Zusammenhänge der drei Skalen mit soziodemographischen Daten wie Alter, Bildungsstand oder Erwerbstätigkeit überprüft wurden. Da sich bei keiner der Variablen relevante Zusammenhänge zum Essverhalten fanden, ist davon auszugehen, dass die drei Skalen alters- und bildungsunabhängig Aspekte des Essverhaltens abbilden.

Im Hinblick auf die Konstrukt-Validität untersuchten die Autoren in der ersten Stichprobe Zusammenhänge der Skalen „Kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ und „Störbarkeit“ mit dem BMI, dem Diätverhalten und dem Einsatz gewichtsregulierenden Erbrechens der Probandinnen. In der zweiten Stichprobe wurde der Zusammenhang der beiden Skalen mit der Nahrungsaufnahme überprüft.

Es zeigte sich in Bezug auf das Körpergewicht, dass die Dimensionen „Kognitive Kontrolle“ und „Störbarkeit“ nicht völlig getrennt voneinander betrachtet werden können, da die Interpretation der Werte der zweiten Skala von den Ergebnissen der ersten Skala abhängt. Insgesamt fand sich erwartungsgemäß, dass Frauen mit hohen Werten auf der Skala „Kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ ein geringeres Körpergewicht aufwiesen als Personen mit

niedrigen Werten. Dies war umso ausgeprägter, je geringer die Störbarkeit war. Ebenso fand sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Störbarkeit und dem Körpergewicht.

Die niedrigsten BMI-Werte traten allerdings bei Personen auf, die vollständig als „ungezügelter Esser“ bezeichnet werden können, da sie gleichzeitig eine geringe Kontrolle und eine geringe Störbarkeit des Essverhaltens zeigten.

Hinsichtlich der Nahrungsaufnahme ergab sich ein ähnliches Bild: Die durchschnittliche tägliche Energiezufuhr war umso höher, je geringer die kognitive Kontrolle und je höher die Störbarkeit war. Die höchste Energiezufuhr von 2363 kcal/Tag trat bei Personen mit geringer Kontrolle und hoher Störbarkeit auf, die geringste Energiezufuhr von 1742 kcal/Tag hatten Personen mit hoher Kontrolle und geringer Störbarkeit.

Weiterhin wurde ein deutlicher positiver Zusammenhang zwischen der „Anzahl bisher durchgeführter Schlankheitsdiäten“ sowie der „Häufigkeit des absichtlichen Erbrechens“ und der kognitiven Kontrolle beobachtet. Während die Werte auf der Skala „Störbarkeit“ zunächst mit der Anzahl der Diäten anstiegen, sanken sie bei einem chronischen Diäthalten wieder ab. Bei der Häufigkeit des Erbrechens war der Zusammenhang zur Störbarkeit jedoch erwartungsgemäß eindeutig positiv.

Abschließend lässt sich der FEV als valides und reliables Instrument beurteilen, das anhand der Klassifizierung der Skalenwerte in Quintile die Einteilung von Personen in Gruppen von gezügelten und ungezügelten Essern ermöglicht und aus diesem Grund in der vorliegenden Studie eingesetzt wird. Dabei ist die Skala „Kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ am geeignetsten für diesen Zweck, da ihre Validität am besten empirisch belegt ist, während bei der Skala „Störbarkeit“ die unterschiedlichen Interpretationen der Werte als „Enthemmung der Kontrolle“ bei gezügelten Essern einerseits und „Befriedigung spezifischer Bedürfnisse“ bei ungezügelten Essern andererseits von den Autoren als noch unbefriedigend dargestellt wird.

4.2.2.3.3 Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (EPI)

Aufbau und Auswertung

Bei diesem Fragebogen (siehe Anhang B2.3) handelt es sich um eine deutsche Bearbeitung (Eggert & Ratschinski, 1983) des „*Eysenck Personality Inventory*“ (EPI), das 1964 von Eysenck gemäß seinem Persönlichkeitsmodell (Eysenck, 1960) entworfen wurde. 1971 erschien die fünfte Auflage, die im Vergleich zur Erstveröffentlichung zahlreiche Verbesserungen enthielt und die Grundlage der deutschen Form bildet. Der EPI, der faktorenanalytisch konstruiert wurde, beruht teilweise auf den beiden zuvor von Eysenck entwickelten Fragebögen „*Maudsley Medical Questionnaire*“ (MMQ, Eysenck, 1953) und „*Maudsley Personality Inventory*“ (MPI, Eysenck, 1959). Laut Eysenck soll das EPI, ebenso wie sein Vorgänger MPI, die nach seiner Meinung hauptsächlichen Persönlichkeitsdimensionen

„Extraversion“ und „Neurotizismus“ erfassen. Die entsprechenden Skalen sind jeweils bipolar aufgebaut, so dass niedrige Werte auf der Extraversions-Skala für eine introvertierte Persönlichkeit und hohe Werte für eine extravertierte Persönlichkeit sprechen. Auf der Skala „Neurotizismus“ stehen hohe Werte für eine erhöhte Emotionalität, während niedrige Werte emotionale Stabilität widerspiegeln.

Zusätzlich verfügt das EPI über eine Lügen-Skala, mit der ermittelt werden kann, ob eine Person eine starke Reaktionstendenz dafür besitzt, sich selbst gemäß der sozialen Erwünschtheit darzustellen.

Das Verfahren liegt in zwei Formen vor (A und B), die beide jeweils 24 Items der Skalen Extraversion und Neurotizismus sowie neun Items der Lügen-Skala enthalten. Alle Items sind in Frageform formuliert und können mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden. Es wurde ein großer Wert auf die leichte Verständlichkeit der Items gelegt, um Personen innerhalb eines weiten Variationsbereiches intellektueller Fertigkeiten untersuchen zu können. Die Items sind z.T. gegensätzlich gepolt und so angeordnet, dass eine Zuordnung zu den einzelnen Skalen nicht direkt ersichtlich ist, um Verfälschungs- oder Antworttendenzen, besonders in Hinblick auf die Lügen-Skala, zu vermeiden. Tabelle 4.23 enthält Beispiel-Items der drei Skalen aus beiden Formen.

Tabelle 4.23 Beispiel-Items für die drei Skalen des EPI „Extraversion“, „Neurotizismus“ und „Lügen-Skala“ aus den beiden Parallelformen

Parallelform	Extraversion
A	Folgen Sie oft Ihren spontanen Einfällen? Haben Sie Arbeiten gern, die konzentrierte Aufmerksamkeit erfordern? *
B	Fühlen Sie sich unbehaglich, wenn Sie andere als Ihre gewohnte Kleidung tragen? * Haben Sie gern Trubel und Betrieb um sich herum?
Parallelform	Neurotizismus
A	Werden Sie oft von Schuldgefühlen heimgesucht? Gehen Ihnen so viele Gedanken durch den Kopf, dass Sie nicht schlafen können?
B	Entschließen Sie sich oft zu spät? Werden Sie in Fahrstühlen, Zügen oder Tunnels leicht unruhig?
Parallelform	Lügen-Skala
A	Ist ihr Benehmen i m m e r gut und einwandfrei? Haben Sie gelegentlich Gedanken und Vorstellungen, von denen Sie nicht möchten, dass andere sie erfahren ? *
B	Lachen Sie manchmal über einen unanständigen Witz? * Sind Sie von Vorurteilen aller Art vollkommen frei?

* Item mit entgegengesetzter Polung

Die Auswertung erfolgt über eine Zuordnung der Werte 0 oder 1 zu der gewählten Antwortalternative und einer Aufsummierung der Rohwerte zu Summenwerten für die einzelnen Skalen. Diese werden dann in „Stanine-Werte“ ($M = 5$, $SD = 2$) umgerechnet.

Reliabilität und Validität

Für die deutsche Fassung des Fragebogens liegen Reliabilitätsmaße sowohl als Retest- als auch als Split-Half-Koeffizienten vor. Die Retest-Werte wurden mit Zeitabständen zwischen 1 und 89 Tagen an erwachsenen ($N = 27$) und jugendlichen ($N = 207$) Probanden erhoben, die zum ersten und zweiten Messzeitpunkt jeweils eine der beiden Parallelformen bearbeiteten. Die berechneten Korrelationen liegen mit Werten von 0.66 und 0.54 für die Neurotizismus-Skala und Werten von 0.55 und 0.68 für die Extraversions-Skala etwas unter den nach Spearman-Brown berechneten Split-Half-Koeffizienten, die getrennt nach den beiden Formen A und B für weibliche und männliche Jugendliche bestimmt wurden. Hier ergaben sich für die Neurotizismus-Skala vergleichbare Werte von 0.74 und 0.78 für die männlichen ($N = 1034$) sowie 0.78 und 0.76 für die weiblichen Jugendlichen ($N = 1035$). Bei der Extraversions-Skala lagen die Werte für männliche Jugendliche mit 0.64 und 0.55 ebenfalls ähnlich hoch wie die der weiblichen mit 0.75 und 0.55.

Die deutlich niedrigeren Koeffizienten der Lügen-Skala mit Retest-Werten von 0.32 und 0.47 sowie Split-Half-Werten von 0.44 bis 0.55, werden von den Autoren auf die geringere Anzahl Items dieser Skala zurückgeführt.

Da die Werte der deutschen Stichproben insgesamt niedriger liegen als die Retest-Werte, die Eysenck für zwei englische Stichproben berichtet, bei denen beide Parallelformen zusammengefasst wurden, empfehlen die Autoren, bei Individualentscheidungen immer beide Formen gemeinsam zu verwenden und sich nur bei experimentellen und Gruppenuntersuchungen auf eine Form zu beschränken.

Zur Überprüfung der Validität des Verfahrens liegen sowohl Berechnungen der Inter-Skalen-Korrelationen als auch Vergleiche mit anderen Verfahren vor, die von ähnlichen Konstruktannahmen ausgehen.

Die Korrelationen der beiden Skalen „Neurotizismus“ und „Extraversion“ deuten mit Werten zwischen maximal -0.19 und 0.5 für Jugendliche und Erwachsene auf eine Unabhängigkeit der beiden Skalen hin, die in dem Vorgänger MPI mit einer signifikant negativen Korrelation von -0.22 so noch nicht erreicht worden war.

Eine Abschätzung der konvergenten Validität wurde dadurch vorgenommen, dass die EPI-Skalen mit den entsprechenden Skalen der beiden Vorläuferverfahren MMQ und MPI sowie dem E-N-NR-Fragebogen (Brenzelmann & Brenzelmann, 1960), in dem die Skalen „Extraversion“ und „Neurotizismus“ aus dem MPI enthalten sind, anhand der Ergebnisse verschiedener Stichproben verglichen wurden. Die Korrelationen zwischen der Neurotizismus-Skala

des EPI und den entsprechenden Skalen der drei anderen Verfahren wiesen Werte von 0.42 bis 0.80 auf. Mit Werten zwischen 0.55 und 0.70 erreichten die Korrelationen zwischen der Extraversions-Skala und den entsprechenden Skalen im MPI und E-N-NR vergleichbare Ergebnisse für beide Formen des EPI. Dies wird von den Autoren als deutlicher Beleg der konvergenten Validität beurteilt. Ähnliche Ergebnisse fanden sich auch für die Lügen-Skala, die eine Korrelation von 0.49 bis 0.64 mit der Lügen-Skala des MMQ aufwies.

Im Sinne der divergenten Validität wurde überprüft, inwieweit Zusammenhänge der EPI-Skalen mit soziodemographischen Daten wie Alter, Geschlecht und Sozialstatus sowie mit der Intelligenz und der Bereitschaft, sich über Wunschphantasien mitzuteilen („Wilde Wunschprobe“; Eggert & Cohen, 1969), bestehen. Es wurden keine signifikanten Korrelationen der EPI-Skalen mit dem Sozialstatus und der Mitteilungsbereitschaft von Wunschphantasien gefunden.

Bei einer Stichprobe von 165 gesunden Erwachsenen ergab sich trotz eines großen Altersbereiches von 20 bis 50 Jahren für die Lügen-Skala der Form B ein signifikanter Zusammenhang von 0.53 mit dem Alter der männlichen Versuchspersonen. Ebenfalls traten geringfügige Korrelationen von 0.08 und 0.16 der Lügen-Skala mit der Intelligenz jugendlicher Probanden auf, während die anderen beiden Skalen mit der Intelligenz unkorreliert waren.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der EPI für diese Studie als ein geeignetes Verfahren zur Beschreibung von Stichproben angesehen werden kann, da er die Erfassung der Persönlichkeitsdimensionen „Extraversion“ und „Emotionale Labilität“ ermöglicht, die bei der Verarbeitung emotionaler Reize eine wichtige Rolle spielen könnten. Durch die zusätzliche Erhebung der Reaktionstendenz zur sozialen Erwünschtheit können darüber hinaus Teilnehmerinnen mit zu hohen Werten auf der Lügen-Skala aus der Studie ausgeschlossen werden, da eine Verfälschung ihrer Antworten in den anderen Fragebogen, besonders dem FEV, in diesem Fall nicht ausgeschlossen werden kann. Es wird jeweils nur die Form A durchgeführt, da diese bei weiblichen Versuchsteilnehmerinnen etwas bessere Reliabilitäts-Kennwerte als die Form B erreichte, während die Validitätsmaße bei beiden Formen vergleichbar waren. Ein weiteres Argument gegen die Verwendung von Form B liegt darin, dass hierin das Extraversions-Item „*Liegt Ihnen sehr viel an gutem Essen?*“ enthalten ist, welches gleichzeitig stark durch die Einstellung zu Nahrung und Körpergewicht beeinflusst sein dürfte und die Versuchspersonen eventuell erneut auf die Bedeutung dieses Bereichs für die vorliegende Studie hinweisen könnte.

4.2.2.3.4 Fragebogen zur Händigkeit

Dieser Fragebogen (siehe Anhang B2.4), der zur Klassifikation der Händigkeit einer Person dient, entspricht einer deutschen Übersetzung des „*Annett Handedness Questionnaire*“ (Annett, 1970). Er besteht aus sechs der ursprünglichen zwölf Items, für die Annett im Rahmen einer groß angelegten Assoziationsanalyse mit mehr als 2000 Versuchsteilnehmern die

stärksten Übereinstimmungen untereinander und zu den anderen Items feststellen konnte. Diese heute als „primär“ bezeichneten Items erfragen, mit welcher Hand z.B. die Tätigkeiten „einen Brief leserlich schreiben“, „einen Ball werfen“, oder „eine Zahnbürste benutzen“ üblicherweise ausgeführt werden. Zur Beantwortung der Fragen stehen folgende Alternativen zur Auswahl: „immer rechts“, „meistens rechts“ sowie „immer links“ und „meistens links“. Zusätzlich wird erfragt, ob bei einem Elternteil oder bei Geschwistern eine Linkshändigkeit vorgelegen habe, ob ein Umlernen von links auf rechts stattgefunden habe oder ob die Versuchsperson jemals ein Schädel-Hirn-Trauma erlitten habe. Eine Klassifizierung als „eindeutig links- oder rechtshändig“ erfolgt nur dann, wenn für alle sechs Items dieselbe Seitenpräferenz angegeben wird und darüber hinaus keine Auffälligkeiten bestehen. Andernfalls wird eine Person als beidhändig eingestuft. Die Retest-Reliabilität der 12-Item-Fassung über ein Zeitintervall von 14 Tagen wird mit einem κ -Koeffizienten von 0.8 von Spreen und Strauss (1998) als befriedigend eingeschätzt.

4.2.2.3.5 Fragebogen zum Duft- und Bildversuch

Die Versuchspersonen werden in diesem Fragebogen (siehe Anhang B2.2) um allgemeine Angaben zu Erkrankungen sowie regelmäßiger oder akuter Medikamenteneinnahme und Einnahme oraler Kontrazeptiva gebeten. Weiterhin werden die Schlafdauer und der Alkoholgenuß am Vortag der Studie sowie das Rauchverhalten erfasst.

4.2.2.3.6 Computergestützte Einschätzung der Düfte

Die subjektive Bewertung der Düfte hinsichtlich Intensität und positiver sowie negativer Valenz erfolgte über das Programm DUFTWERT (Müller, Kiel), bei dem drei visuelle Analog-Skalen nacheinander auf einem PC-Monitor dargestellt werden. Durch einen auf der Skala visualisierten frei beweglichen Schieber, dessen Position mit Hilfe einer Maus verändert werden kann, gaben die Teilnehmerinnen an, wie sie den Duft bezüglich der jeweiligen Eigenschaft einschätzten. Nachdem die Probandin die Position des Schiebers festgelegt hatte, wurde durch die Bestätigung des „OK-Buttons“ die Präsentation der nächsten Skala aufgerufen. Die Skalen hatten eine Länge von 32.5 cm und wurden einzeln nacheinander gezeigt, um zu verhindern, dass die Versuchsperson sich bei der Beurteilung der einzelnen Eigenschaften eines Duftes an der zuvor gegebenen Einschätzung orientierte (besonders im Hinblick auf die beiden Valenzmaße).

Folgende Formulierungen dienten zur verbalen Verankerung der Pole, deren Zahlenwertzuordnung die Versuchspersonen nicht kannten. Für die Beurteilung der Intensität wurden die Beschreibungen „nicht riechbar“ auf der linken Seite und „extrem stark“ auf der rechten Seite vorgegeben. Für die Einschätzung der positiven Valenz war der Pol auf der linken Seite, der die geringste Ausprägung repräsentierte, mit „gar nicht angenehm“ verbal verankert. Die maximale Ausprägung auf der rechten Seite wurde als „extrem angenehm“ bezeichnet. Für die

Einschätzung der negativen Valenz wurde in den entsprechenden Formulierung der Begriff „angenehm“ durch „unangenehm“ ersetzt. Abbildung 4.3 gibt einen Überblick über alle drei Skalen, deren Polen bei der späteren Auswertung die Werte 0 und 100 zugeordnet wurden.

Abbildung 4.3 Visuelle Analog-Skalen zur Beurteilung der Düfte hinsichtlich der Intensität sowie der positiven und negativen Valenz

4.2.2.3.7 Computergestützte Einschätzung der Bilder mittels SAM

Aufbau und Anwendung im Rahmen der Studie

Die Beurteilung der Bilder erfolgte wie bereits in der Vorstudie zur Auswahl des Bildmaterials (vgl. Abschnitt 4.2.2.2.1) mit Hilfe des Programms BILDSAM (Müller, Kiel). In einem ersten Schritt nimmt die Versuchsperson wieder eine Zuordnung des präsentierten Bildes zu der Kategorie „Nahrung“ oder „keine Nahrung“ vor, indem sie auf die eingeblendete Frage „Essen?“ die entsprechende Maustaste betätigt. Anschließend erscheint der SAM-Fragebogen auf dem Monitor, der solange sichtbar bleibt, bis die Probandin über das Drücken des „OK-Buttons“ die nächste Bildpräsentation selbständig startet.

Der Fragebogen besteht aus drei untereinanderliegenden Reihen von jeweils neun Kästen, die den Dimensionen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ zugeordnet sind. In jedem zweiten Kasten befindet sich eine stilisierte Figur, die eine bestimmte Stimmungslage symbolisiert. In der ersten Reihe variiert der Gesichtsausdruck der Figur von einem starken Lächeln auf der

linken Seite bis zu einem traurigen Gesicht mit heruntergezogenen Mundwinkeln und schräg-stehenden Augenbrauen auf der rechten Seite. In der zweiten Reihe wird das Erregungsniveau der Person anhand eines kleinen Sterns in der Körpermitte ausgedrückt, der in seiner Größe von einer ruhig-entspannten Erregungslage (rechts: kleiner Stern) bis zu einem stark erregten, ängstlich-angespannten Zustand (links: großer Stern) variiert. Zusätzlich sind die Augen der Person auf der rechten Seite geschlossen, während sie auf der linken weit aufgerissen erscheinen. In der dritten Reihe wird das jeweilige Dominanzerleben der Versuchsperson beim Betrachten eines Bildes anhand einer Figur mit neutralem Gesichtsausdruck dargestellt, die von links nach rechts immer größer wird. Abbildung 4.4 zeigt die Eingabemaske, die nach jedem Bild eingeblendet wurde.

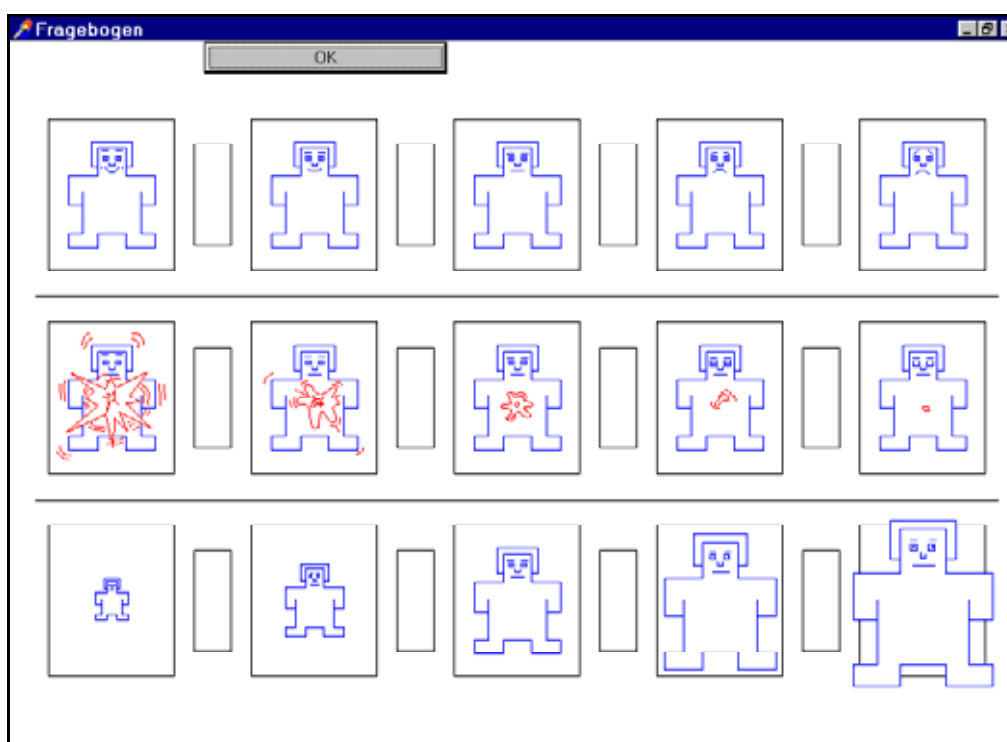


Abbildung 4.4 Eingabemaske zur Beurteilung der drei Dimensionen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ nach jedem präsentierten Bild, adaptierte Computerversion des SAM-Fragebogens (Paper-Pencil-Version) von Lang et al. (1985)

Reliabilität und Validität

Für die Beurteilung der Reliabilität des Instruments können sowohl intra- als auch interindividuelle Maße herangezogen werden (Lang, Bradley & Cuthbert, 1999). Anhand der Beurteilung von 60 Bildern aus dem IAPS wurde die interne Konsistenz der Valenz- und Arousal-Skala der Paper-Pencil-Version (Hodes, Cook & Lang, 1985) bestimmt. Die Split-Half-Koeffizienten sind dabei mit Korrelationswerten von 0.94 ($p < 0.001$) für beide Skalen als hoch reliabel anzusehen. Für die Computer-Version (Lang, 1980), die anhand von 21 IAPS-Bildern

untersucht wurde, fand sich mit Werten von $r = 0.93$ bzw. $r = 0.94$ eine ebenfalls hohe interne Konsistenz der beiden Skalen.

Auch bei der Beurteilung derselben Bilder, die in unterschiedlichen Kontexten durch verschiedene Versuchspersonen bewertet wurden, zeigt sich eine hohe Stabilität der Ratings. Mittels der Paper-Pencil-Version schätzten die Teilnehmer eine Auswahl von Bildern hinsichtlich Valenz und Arousal ein. Die anschließend durchgeführten t-Tests (unabhängige Stichproben) erbrachten bei beiden Skalen keine signifikanten Unterschiede. Auch bei der Computer-Version zeigte sich für eine Auswahl von elf Bildern, die in zwei verschiedenen Experimenten präsentiert worden waren, eine hohe Übereinstimmung von $r = 0.99$ für die Valenz- und $r = 0.99$ für die Arousal-Dimension (Lang, Bradley & Cuthbert, 1999).

Zur Überprüfung der Konstrukt-Validität führten Bradley und Lang (1994) eine Studie durch, bei der eine Auswahl von 21 IAPS-Bildern sowohl mittels des SAMs (beide Formen) als auch mittels eines semantischen Differentials mit 18 verbalen Gegensatzpaaren (Mehrabian & Russell, 1974, zitiert nach Bradley & Lang) beurteilt wurde. Die faktorenanalytische Überprüfung der 18 Skalen des semantischen Differentials ergab drei Faktoren mit Eigenwerten > 0 , die den drei SAM-Skalen entsprechen. Darüber hinaus entspricht die Varianzaufklärung dieser drei Faktoren (Valenz: 24 %, Arousal: 23 %, Dominanz: 12 %) laut Bradley und Lang (1994) den von Mehrabian und Russell (1974) mit verbalem Material gefundenen Werten.

Die Korrelationen zwischen der Valenz- und Arousal-Dimension in den beiden SAM-Versionen mit den entsprechenden Faktorwerten des semantischen Differentials sprechen mit Werten um 0.95 ebenfalls für eine hohe Vergleichbarkeit der durch die verschiedenen Instrumente erfassten Bewertungen. Als Begründung für die geringen Übereinstimmungen der beiden Verfahren in Bezug auf die Dominanz-Dimension führen die Autoren den möglicherweise unterschiedlichen Fokus der Versuchsperson an: Während im SAM das eigene Erleben von Kontrolle beim Anblick des Bildes eingeschätzt wurde, könnten die Teilnehmer beim semantischen Differential die Wahrnehmung der Kontrolle durch das abgebildete Objekt beurteilt haben. Die Einschätzungen der Abbildungen mit der höchsten und niedrigsten Dominanz legen diese Interpretation nahe: Wurden im SAM Bilder einer Schlange oder einer auf den Betrachter gerichteten Waffe mit niedrigen Dominanzwerten belegt, erhielten sie im semantischen Differential hohe Werte. Umgekehrt erhielt das Foto eines Babys im SAM einen sehr hohen Dominanzwert, während der Wert im semantischen Differential bezüglich dieser Dimension sehr gering ausfiel. Bei den Fotos von der Schlange und der Waffe geht die ausgeübte Kontrolle von diesen Objekten aus, während sich der Betrachter eher hilflos fühlt. Umgekehrt wird ihm beim Anblick des Babys die eigene Überlegenheit bewusst.

Abschließend wird der SAM-Fragebogen als valides und hoch reliables Instrument zur Erfassung der affektiven Dimensionen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ betrachtet. Aufgrund der prägnanten bildlichen Darstellung der Emotionsdimensionen, die ein schnelles und

einfaches Ankreuzen der Skalen ermöglicht, wird das Verfahren als besonders geeignet für die Beurteilung der großen Anzahl von Reizen in dieser Studie beurteilt.

4.2.2.4 Cover-Story

Bei der Erklärung der Studie und der Einführung der Versuchsteilnehmerinnen in das Experiment wurde von einer Cover-Story Gebrauch gemacht, um den Probandinnen keinen Aufschluss über die folgenden Aspekte der Untersuchung zu geben:

1. Die Versuchspersonen sollten keine Informationen über die Bedeutung der Gruppenzuordnung im Hinblick auf die Verarbeitung nahrungsassoziierter Stimuli bekommen, um Effekte aufgrund von subjektiven Erwartungen zu vermeiden.
2. Weiterhin sollte die Verwendung derselben drei Düfte und desselben Bildmaterials bei allen Personen verschleiert werden, um den Probandinnen wiederum keinen Hinweis auf die Relevanz der nahrungsbezogenen Düfte und Bilder zu geben.
3. Ausschlusskriterien wie psychische Auffälligkeiten oder unpassende Fragebogen-Werte sollten den Teilnehmerinnen nicht bekannt sein, da dies zum einen unwahre Aussagen in den entsprechend Befragungen provozieren könnte und zum anderen Rückschlüsse auf die Gruppenzusammenstellung zuließe.

4.2.2.4.1 Cover-Story zu Aspekt 1

Um zu verhindern, dass die Versuchspersonen Kenntnisse über die exakte Fragestellung der Untersuchung erlangten, wurde für jede Gruppe von Teilnehmerinnen eine leicht modifizierte Form einer Cover-Story verwendet.

Die gesunden Frauen, die sich auf einen allgemeinen Aufruf zur Teilnahme an einem Geruchsexperiment gemeldet hatten, erhielten die Auskunft, dass in der Studie die Verarbeitung olfaktorischer und visueller Reize im Gehirn bezüglich zeitlicher und räumlicher Hirnstrom-Muster verglichen werden solle. Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, dass die Verarbeitung visueller Stimuli bereits wesentlich besser erforscht sei als die Verarbeitung von Geruchsreizen.

Essgestörte Patientinnen sowie Interessentinnen, die sich entweder auf einen Aushang für „diäterfahrene“ oder „über dem Idealgewicht liegende Frauen“ gemeldet hatten, erhielten die Information, es solle in der Studie die Annahme untersucht werden, dass diese Frauen „besonders gefühlvoll oder sensitiv“ auf Umweltreize reagieren. Dabei werde zwischen visuellen und olfaktorischen Umweltreizen unterschieden und ein größerer Effekt für die Geruchsreize erwartet.

Tatsächlich erklärten viele der Teilnehmerinnen im Verlauf dieser Einführung oder des weiteren Gesprächs, dass sie sich für besonders geruchsempfindlich hielten und auch im Alltag

Gerüchen eine besondere Beachtung schenken (z.B. selbst gerne eine Duftlampe verwenden oder auf Körpergerüche achten).

4.2.2.4.2 Cover-Story zu Aspekt 2 und 3

Um die Probandinnen darüber im Unklaren zu lassen, dass bei der Studie tatsächlich nur drei verschiedene Düfte eingesetzt wurden, erklärte die Versuchsleiterin allen Teilnehmerinnen, dass in der Studie eine große Anzahl möglichst alltagsrelevanter, bekannter Gerüche (statt „synthetischer Labordüfte“) verwendet werden sollten, so dass die Studienergebnisse auch auf „normale Alltagssituationen“ übertragbar würden. Gleichzeitig wurde an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass man sich aus diesem Grund bei der Untersuchung auf Pflanzen- und Lebensmitteldüfte konzentriert habe, da deren Alltagsrelevanz eindeutig belegt sei.

Die Durchführung des diagnostischen Interviews und des Fragebogens wurden damit begründet, dass man bei einer einzelnen Person während der EEG-Sitzung nicht alle zu untersuchenden Düfte darbieten könne, da „dies die Nase völlig überfordere“ und aus diesem Grund unterschiedliche Gruppen von Personen zusammenstellen müsse, bei denen jeweils eine andere Kombination verschiedener Düfte, z.T. auch in unterschiedlichen Konzentrationen präsentiert werde. Dabei müsse jedoch darauf geachtet werden, dass bestimmte Merkmale wie beispielsweise die Einnahme bestimmter Medikamente (z.B. orale Kontrazeptiva), körperliche oder psychische Belastungen, Rauchen oder Alkoholgenuss in den einzelnen Gruppen möglichst gleichmäßig verteilt seien, um die Ergebnisse vergleichbar zu machen. Alle diese Merkmale würden im Rahmen des Interviews und des Fragebogens erhoben und im Anschluss an die Sitzung ausgewertet. Aus diesem Grund könne die Versuchsleiterin auch noch nicht im Voraus sagen, welcher Gruppe die Probandin zugeordnet werde und welche Gerüche ihr dann in der zweiten Sitzung dargeboten würden.

Um den möglichen Ausschluss der Probandin aus der Studie bereits im Vorfeld zu erklären, wurde schon an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Fall eintreten könne, dass die Teilnehmerin nur in eine bereits „komplette“ Gruppe passe, so dass keine weitere Sitzung mehr durchgeführt werden könne.

4.2.2.5 Geruchs-Screening

Mit einem kurzen Geruchs-Screening sollte überprüft werden, ob die Versuchsperson derzeit in der Lage war, die über das Olfaktometer darzubietenden Gerüche deutlich wahrzunehmen. Dazu wurden mit jedem der drei Düfte (Rose, Karamell, Zwiebel; vgl. Abschnitt 4.2.2.1.2) mehrere Durchgänge eines „Three-alternative-forced-Choice-Paradigmas“ durchgeführt: Zunächst wurde der Probandin der Duft, den sie anschließend erkennen sollte, allein vorgegeben. Anschließend wurden ihr sequentiell drei Flaschen überreicht, von denen zwei Kontrollflaschen waren, die nur das Lösungsmittel Propandiol enthielten. Die dritte Flasche

war dagegen die zuvor präsentierte Duftflasche. Die drei Flaschen wurden dabei jeweils in unterschiedlichen Reihenfolgen dargeboten. Am Ende jeder Präsentationsreihe musste die Teilnehmerin entscheiden, welche der drei Flaschen den Duft enthalten hatte. Auf Wunsch wurde ihr auch jede der drei Flaschen wiederholt dargeboten. Die Entscheidungsaufgabe musste von der Probandin dreimal richtig beantwortet werden, wobei der Test mit jedem Duft maximal viermal durchgeführt wurde, so dass jeweils ein Fehler gemacht werden durfte. Die Düfte wurden immer in der Reihenfolge Karamell, Zwiebel, Rose dargeboten. Es wurde mit fünf verschiedenen Kontrollflaschen gearbeitet, um die Wahrscheinlichkeit von Zufallstreffern, die auf dem Wiedererkennen möglicher Duftkomponenten in einzelnen Kontrollflaschen basieren, zu minimieren. Alle Flaschen wurden jeweils unmittelbar vor der Präsentation geöffnet und sofort wieder verschlossen, um keine Fehlentscheidungen aufgrund von Dufteindrücken, die vor oder nach der Präsentation der Duftflasche bestehen könnten, zu begünstigen oder die Kontrollflaschen zu verunreinigen.

4.2.2.6 Stimuluspräsentation

4.2.2.6.1 Präsentation olfaktorischer Stimuli mit dem Olfaktometer

Das Olfaktometer (Burghardt, Deutschland) dient zur Aufbereitung der Duftstoffe und zur Präsentation der Reize. Abbildung 4.5 zeigt das Gerät sowie den Entspannungsstuhl zur EEG-Aufzeichnung im Nebenraum. Es enthält insgesamt sechs Duftkammern, von denen jeweils drei für die Stimulation des rechten und des linken Nasenlochs vorgesehen sind.



Abbildung 4.5 Olfaktometer und Entspannungsstuhl zur EEG-Aufzeichnung

Bei olfaktorischen Reizen muss verhindert werden, dass die Versuchspersonen zu Beginn oder Ende einer Stimuluspräsentation zusätzliche Informationen durch Reizung von Thermo- oder Mechanosensoren gewinnt. Aus diesem Grund wird prinzipiell immer parallel mit zwei Strömen gleicher Flussstärke gearbeitet, von denen einer aus Reinluft besteht, während der andere den Duftstoff transportiert. Der Intervallstrom, der zwischen zwei Reizpräsentationen die Nase erreicht, enthält gesäuberte Raumluft, die frei von Duftpartikeln sein sollte. Seine Flussstärke beträgt 100 ml/s. Der Duftstrom setzt sich aus einem Gemisch aus Reinluft und Duft zusammen. Die Flussstärke des Duftstroms beträgt dabei 30 ml/s. Die Flussstärke des in Abgrenzung zum Reinluftstrom als Mischluft-Strom bezeichneten Anteils beträgt dementsprechend 70 ml/s. Damit die Menge an Molekülen, die zur Nase gelangt, immer in etwa gleich bleibt und keine Schwankungen durch wiederholtes Ein- und Ausschalten entstehen, müssen beide Ströme konstant fließen. Der Strom, der gerade nicht der Nase zugeführt werden soll, wird dabei immer durch eine Vakuumpumpe abgesaugt. Abbildung 4.6 stellt eine schematische Veranschaulichung des beschriebenen Prinzips dar. Auf diese Weise ändert sich an der Nase der Versuchsperson beim Umschalten von einem Duft zum duftfreien Intervall oder umgekehrt annähernd nichts außer der Zusammensetzung der Moleküle.

Der Intervallstrom und die Mischluft werden durch Kammern mit destilliertem Wasser geleitet, so dass ihre relative Feuchtigkeit am Ausgang des Nasenstücks 80 % beträgt. Außerdem befinden sich alle Duft- und Befeuchtungskammern in einem Wasserbad mit konstantem Wasseraustausch, das eine Erwärmung der durchfließenden Luft auf 36 °C erlaubt. Zusätzlich sind auch alle Schläuche bis zum Nasenstück von warmem Wasser umgeben, damit die Luft während des Transports nicht abkühlt und sich keine Duftrückstände durch Kondensation ergeben.

Eine Anpassung an die Körperbedingungen ist deshalb so wichtig, weil der Luftstrom über einen Teflonstutzen, der in das Nasenloch gesteckt wird, direkt an die *Mucosa* gelangt. Trockene oder zu kalte Luft würde zu einer schmerzhaften Reizung der Schleimhaut führen und wäre daher schon aus ethischen Gründen unzulässig. Zusätzlich könnten dadurch aber auch die Befunde zur Wahrnehmung und Verarbeitung der Geruchsreize verfälscht werden.

Die Verzögerung zwischen dem Schaltimpuls am Magnetventil und dem Zeitpunkt, zu dem der Luftstrom die Nase erreicht, beträgt 45 ms. Beim Umschalten der beiden Ströme ergaben sich Flussschwankungen mit Werten ≤ 5 ml/s die von der Versuchsperson nicht wahrgenommen werden können.

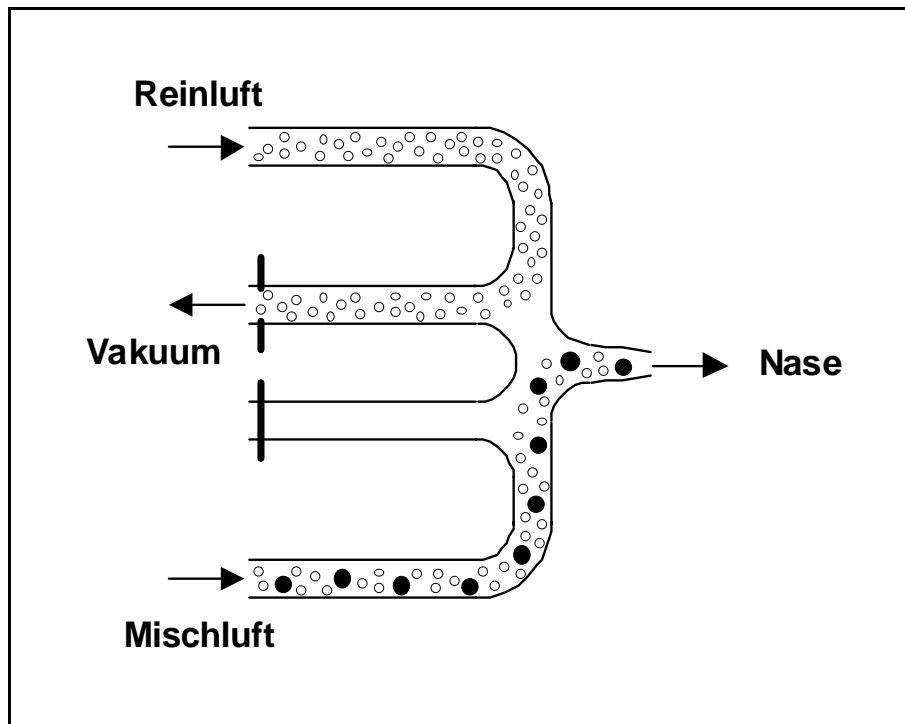


Abbildung 4.6 Prinzip der zwei parallelen Ströme im Olfaktometer (nach Kobal & Hummel, 1991): In der Phase der Reizpräsentation wird der Intervallstrom abgesaugt, während der Duftstrom zur Nase gelangt

4.2.2.6.2 Präsentation visueller Stimuli über einen Computermonitor

Alle Bilder wurden auf einem 19"-Computerbildschirm mit einer Farbtiefe von 24 bit und einer Auflösung von 800 x 600 Bildpunkten vor einem dunkelgrauen Hintergrund dargeboten. Die Präsentation eines neuen Reizes wurde während der EEG-Ableitung durch das Erscheinen eines roten Fixations-Kreuzes angekündigt. In dieser Zeit stand der Monitor auf einem Tisch in einem Abstand von 1.87 m vor der Versuchsperson, so dass der resultierende visuelle Winkel vertikal 8.4° und horizontal 11.1° betrug. Da nicht alle Bilder (u.a. durch die Verwendung von Hoch- und Querformaten) die gleiche Größe hatten, können diese Angaben nur als ungefähre Richtwerte angesehen werden. Bei der erneuten Präsentation der Abbildungen im Rahmen der subjektiven Bewertung saß die Teilnehmerin direkt an dem Tisch, auf dem sich der Monitor befand und konnte so den Abstand zum Bildschirm selbst bestimmen. In der Regel betrug dieser etwa 35 cm. Bei der Präsentation der visuellen Stimuli wurde der Versuchsraum abgedunkelt, um eine Beeinträchtigung der Wahrnehmung durch Blendung auszuschließen. Dazu wurden die Fenster mit lichtundurchlässigen Rollos verschlossen und das Licht im Versuchsraum ausgeschaltet. Eine indirekte Beleuchtung war durch die Lampen im Vorraum, der durch eine Glastür vom Versuchsraum abgetrennt war, gewährleistet.

4.2.2.7 EEG-Aufzeichnung

Die Ableitung der Hirnstromaktivität erfolgte an 61 Positionen auf der intakten Kopfhaut (vgl. Abbildung 2.9) gemäß den Empfehlungen der *International Federation of Clinical Neurophysiology* (Nuwer, Comi, Emerson, Fuglsang-Frederiksen, Guérit, Hinrichs, Ikeda, Luccas & Rappelsberger, 1999). Die Anordnung der Elektroden entspricht dem 10 %-System, einer Erweiterung des klassischen 10-20 Systems (Jasper, 1958; Klem, Lüders, Jasper & Elger, 1999).

Für die Ableitung des EEGs wurden gesinterte Ag-AgCl-Napfelektroden (MES, Deutschland) verwendet, die sich laut Pivik, Broughton, Coppola, Davidson, Fox und Nuwer (1993) sowohl zur Aufzeichnung hochfrequenter EEG-Aktivität als auch zur Ableitung langsamer Potentiale eignen. Die Elektroden haben einen Innendurchmesser von 8 mm und einen Außendurchmesser von 12 mm und wurden mit Hilfe einer elastischen Elektrodenkappe (EASYCAP, FMS, Deutschland), die in zwei verschiedenen Größen zur Verfügung stand, laut den Empfehlungen des Herstellers fixiert. Auf der Kappe befinden sich spezielle ringförmige Plastik-Adapter, in welche die Elektroden eingeklinkt werden. Abbildung 4.7 zeigt die mit Elektroden besetzte Kappe bei einer Versuchsperson während der Präsentation olfaktorischer Stimuli.



Abbildung 4.7 Versuchsperson mit Elektrodenkappe während der Präsentation olfaktorischer Stimuli

Der Kontakt zwischen Elektrode und Kopfhaut wurde über ein Elektrolyt-Gel (ABRALYT LIGHT, FMS, Deutschland) erreicht, das gleichzeitig abrasiv wirkt, so dass eine zusätzliche Reinigung der Kopfhaut entfiel. Um die Viskosität des Gels zu verringern und es so leichter

auf der Kopfhaut und in den Elektroden verteilen zu können, wurde eine Mischung aus drei Teilen Gel und einem Teil destillierten Wasser gemäß den Herstellerangaben vorbereitet. Um der Bildung von Luftbläschen entgegenzuwirken wurde dieses Gemisch bereits am Vortag in Spritzen gefüllt, die zum Auftragen auf die Haut verwendet wurden.

Vor dem Einfüllen des Gels in die Adapter wurden innerhalb der Adapteröffnung die Haare zur Seite geschoben, so dass ein direkter Kontakt zwischen Elektrolyt-Gel und Kopfhaut entstehen konnte. Das Elektrolyt-Gel wurde sowohl direkt in die Adapter als auch in die Elektroden gefüllt, bevor sie auf die Kappe gesteckt wurden.

Als systeminterne Ground-Elektrode wurde eine Elektrode an der Position AF_z verwendet. Als Referenz wurden zwei Elektroden auf dem linken Mastoid mit Hilfe von Kleberingen (MES, Deutschland) befestigt und über die Hardware miteinander verbunden. Eine weitere über dem rechten Mastoid angebrachte Elektrode wurde zunächst über einen EEG-Kanal aufgezeichnet, bei der späteren Datenauswertung innerhalb der Auswertungs-Software (BRAINVISION, Brainproducts, Deutschland) aber zur Berechnung einer verbundenen Referenz beider Mastoide verwendet.

Die Registrierung vertikaler und horizontaler Augenbewegungen erfolgte über die Aufzeichnung des Elektro-Okulogramms (EOG) mit zwei weiteren Kanälen (VEOG, HEOG). Hierfür wurden zwei kleinere Napfelektroden (\varnothing innen 4 mm, \varnothing außen 6 mm) verwendet, die mit Kleberingen (MES, Deutschland) unter und neben dem rechten Auge befestigt wurden. Durch die Erfassung des EOGs konnte eine nachträgliche Korrektur des EEGs um diesen Störfaktor durchgeführt werden. Außerdem konnte der Teilnehmerin während der Aufzeichnung eine Rückmeldung über ihre Kontrolle der Augenbewegungen gegeben werden, um deren Minimierung zu ermöglichen.

Das EEG wurde kontinuierlich mit einer Abtastrate von 200 Hz mittels zweier Verstärkermodule (SynAMP Model 5083; NEUROSCAN Inc., USA) mit je 32 Kanälen abgeleitet. Die Verstärkungsfaktoren betragen dabei 500 für EEG- und 250 für EOG-Kanäle, so dass Auflösungen von $0.168 \mu\text{V/bit}$ für EEG- und $0.336 \mu\text{V/bit}$ für EOG-Signale (vgl. SynAMP User's Manual) erreicht wurden. Bereits während der Ableitung wurden die Daten mit einem Bandpass-Filter mit einer oberen Grenzfrequenz von 40 Hz und einer unteren Grenzfrequenz von 0.15 Hz gefiltert. Zur Aufzeichnung und Speicherung der digitalisierten Signale sowie zur Messung der Impedanzen wurde das Modul ACQUIRE (Version 4.0 und 4.1) des Softwarepaketes NEUROSCAN (Neuroscan Inc., USA) verwendet.

Im Anschluss an die EEG-Aufzeichnung wurden alle hierfür verwendeten Materialien (Kappe, Elektroden, Spritzen, Spritzenaufsätze) gereinigt und für mindestens eine Stunde in ein Desinfektionsbad (SEKUSEPT PLUS, FMS, Deutschland) gelegt. Anschließend wurde das Desinfektionsmittel mit viel Wasser wieder entfernt und das Material zum Trocknen aufgehängt oder in Filztücher eingeschlagen.

4.2.3 Versuchsaufbau

Die gesamte Untersuchung bestand aus zwei Sitzungen, die in der Regel in einem zeitlichen Abstand von einigen Tagen durchgeführt wurden. Dabei diente die erste Sitzung, hauptsächlich dem gegenseitigen Informationsaustausch, während in der zweiten Sitzung die eigentliche Untersuchung mit Reizdarbietung und EEG-Aufzeichnung stattfand.

4.2.3.1 Aufbau der ersten Sitzung

In der ersten Sitzung wurde die Versuchsperson über den Zweck und das Ziel der Untersuchung informiert, wobei einzelne Aspekte mittels einer Cover-Story (vgl. Abschnitt 4.2.2.4) verschleiert wurden. Außerdem wurden ihr die zu verwendenden Methoden und Materialien vorgeführt und genau erklärt. Weiterhin führte die Versuchsleiterin das SKID (siehe Abschnitt 4.2.2.3.1) durch, um später eine Einordnung der Teilnehmerin in die Gruppe der gesunden oder essgestörten Probandinnen vornehmen zu können. Die anschließende Beantwortung des FEV (siehe Abschnitt 4.2.2.3.2) diente der Einteilung der Personen in gezügelte oder ungezügelter Esserinnen. Das Versuchsprotokoll ist Anhang B1.1 zu entnehmen.

4.2.3.2 Aufbau der zweiten Sitzung

Zu Beginn der zweiten Sitzung wurde ein kurzes Geruchs-Screening (vgl. Abschnitt 4.2.2.5) durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Probandin zum Zeitpunkt der Untersuchung eine ausreichend niedrige Wahrnehmungsschwelle für die dargebotenen Geruchsreize besaß und in ihrer Geruchswahrnehmung nicht durch Allergie- oder Erkältungssymptome beeinträchtigt war. Anschließend erfolgte die subjektive Bewertung der einzelnen Düfte auf den Dimensionen „Intensität“ sowie „positive“ und „negative Valenz“.

Nach der Vorbereitung und weiteren Instruktion der Teilnehmerin für die folgenden Versuchsteile erfolgte die EEG-Ableitung während der olfaktorischen und visuellen Stimulation. Die Stimuli wurden in zwei Blöcken mit jeweils 30 Reizen präsentiert. Die Dauer eines Duftblocks betrug insgesamt etwa elf Minuten, während ein Bildblock aufgrund kürzerer ISIs nur sechs Minuten lang war. Die Aufgabe der Probandin bestand bei jeder Reizdarbietung darin, zu entscheiden, ob es sich um einen nahrungsassoziierten Reiz gehandelt hatte oder nicht. Während der gesamten EEG-Ableitung wurde der Versuchsperson über einen speziellen Kopfhörer (ER-1; Etymotic Research Inc., USA) ein lautes Rauschgeräusch (95 dB (A)) eingespielt. Die Übertragung des Schalls wird bei diesem Modell über zwei Luftschläuche realisiert, die jeweils mittels eines wegwerfbaren Schaumstoffröllchen direkt im Gehörgang platziert werden. Die Isolation von Außengeräuschen sowie die exakte Bestimmung der Lautstärke ist bei diesem System wesentlich besser als bei einem herkömmlichen Kopfhörer, bei dem schon durch leichte Verschiebungen am Ohr starke Lautstärkeschwankungen entstehen und Nebengeräusche nicht komplett abgegrenzt werden können. Das Rauschen sollte haupt-

sächlich dazu dienen, ein Schaltgeräusch am Ausgang des Olfaktometers zu überdecken, das der Probandin sonst einen akustischen Hinweis über den Beginn oder das Ende der Stimulation geliefert hätte. Außerdem sollte damit aber auch verhindert werden, dass die Versuchsperson durch Nebengeräusche von der Aufgabe abgelenkt wurde oder bei lauten Außengeräuschen (z.B. Türenknallen) das EEG durch starke Muskelartefakte im Rahmen einer Schreckreaktion verunreinigt würde. Daher wurde das Rauschen auch während der Ableitung der VEKPs beibehalten und die Kopfhörer erst am Ende der EEG-Messung zusammen mit der Kappe entfernt.

Zusätzlich wurde bei allen Teilnehmerinnen mit Ausnahme der Patientinnen ein sogenannter olfaktorischer Kontrollblock durchgeführt, der zur Überprüfung der exakten Stimuluspräsentation diente. Wie in Abschnitt 2.3.4.1 bereits erwähnt, muss für die Ableitung und Interpretation chemosensorisch ereigniskorrelierter Potentiale sichergestellt werden, dass die Versuchsperson keine akustischen oder somatosensorischen Hinweisreize über den Beginn oder das Ende der Stimulation erhält. Um nachzuweisen, dass diese Bedingungen durch die gewählten Maßnahmen (Einstellungen der entsprechenden Flusstärken für Rein- und Mischluft sowie Duftstrom und Absaugung, Überdecken des Schaltgeräusches durch Einblenden eines lauten Rauschens) erfüllt sind, wurde in diesem Durchgang die Flusstärke des Mischluftstroms so erhöht, dass er der vorherigen Summe aus Mischluft- und Duftstrom entsprach (vgl. Abschnitt 4.2.2.6.1). Der Duftstrom wurde gleichzeitig ausgeschaltet, so dass kein Transport von Duftmolekülen zur Nase mehr stattfinden konnte. Bis auf die Anzahl der einzelnen Trials unterschied sich der Kontrollblock ansonsten nicht von einem Geruchsblock. Bei der anschließenden Mittelung der Einzeltrials sollten somit im gleichen Zeitbereich, in dem bei der Geruchsdarbietung ein CSREP detektiert werden kann, keine geruchsbezogene Spannungsveränderungen auftreten. Diese Voraussetzung für die weitere EKP-Analyse musste bei jeder Versuchsperson erfüllt sein, deren Daten in die Auswertung der CSEKPs eingingen.

Nachdem die EEG-Ableitung beendet und die Elektrodenkappe entfernt worden war, wurde die Probandin gebeten, sich die gezeigten Bilder noch einmal länger anzuschauen. Dabei sollte sie wieder entscheiden, ob es sich um die Darstellung von Nahrungsmitteln gehandelt hatte oder nicht. Anschließend sollten die Fotos anhand des SAM (vgl. Abschnitt 4.2.2.3.7) bewertet werden. Die Bilder wurden in einer anderen Reihenfolge gezeigt als vorher (vgl. Anhang D3), um Erwartungs- oder Gedächtniseffekte weitgehend auszuschließen. Das Versuchsprotokoll befindet sich in Anhang B2.1.

4.2.3.2.1 Aufbau eines olfaktorischen Blocks

Die olfaktorische Stimulation erfolgte in zwei aufeinander folgenden computergesteuerten Blöcken, die durch eine kurze Pause voneinander getrennt waren. Ein Duftblock bestand jeweils aus 30 Trials, die für jede Teilnehmerin die gleiche Reihenfolge hatten (vgl. Anhang

D1). Dabei waren die jeweils zehn positiven und negativen Nahrungsreize sowie die zehn nicht nahrungsbezogenen neutralen Reize pseudorandomisiert möglichst gleichmäßig so auf die beiden Blöcke verteilt, dass nie mehr als zwei Stimuli der gleichen Kategorie aufeinander folgten und ein negativer Reiz nie am Beginn oder Ende des Blocks auftrat.

Der zeitliche Ablauf der einzelnen Trials wies die folgende Struktur auf: Zunächst ertönte ein Startsignal, das der Teilnehmerin als Hinweis auf die beginnende Datenaufzeichnung und den kurze Zeit später vorgegebenen Duft hinwies. Einige Zeit nach der Stimuluspräsentation wurde die Versuchsperson durch einen kurzen Knackton dazu aufgefordert, über einen Tastendruck auf den Duft zu reagieren. Es folgte eine Pause, die durch das Auftreten des nächsten Ankündigungstons beendet wurde. Die Zeitintervalle zwischen den drei unterschiedlichen Reizen sowie die Dauer der Pause wurden zufällig innerhalb bestimmter Grenzen variiert, um Potentialveränderungen aufgrund von Erwartungs- oder Bereitschaftseffekten auszuschließen. Somit erklang das Ankündigungssignal mindestens 2 und maximal 3 s vor dem Beginn der Duftpräsentation, die 400 ms dauerte. Der Reaktionston trat in einem zeitlichen Abstand von mindestens 3 und maximal 5 s nach Reiz-Onset auf. Die anschließende Pause konnte zwischen 12 und 14 s variieren. Das ISI lag damit zwischen 17 und 23 s. In Abbildung 4.8 sind die beschriebenen Zeitbereiche grafisch veranschaulicht.

4.2.3.2.2 Aufbau eines visuellen Blocks

Die visuelle Stimulation fand ebenfalls in zwei computergesteuerten Blöcken statt, wobei wiederum jede Probandin dieselbe Reihenfolge erhielt (vgl. Anhang D3). Die insgesamt 15 Stimuli jeder der vier Kategorien „Landschaft“, „Ekel“, „Herzhaft“ und „Süß“ wurden möglichst gleichmäßig pseudorandomisiert auf die beiden Blöcke verteilt. Dabei galten dieselben Einschränkungen wie für die olfaktorischen Blöcke: Ein unangenehmes Bild durfte nicht an erster oder letzter Position stehen und es durften nicht mehr als zwei Bilder derselben Kategorie aufeinander folgen. Zusätzlich galt für die Bilder der Nahrungskategorien, dass nicht mehr als drei positive Nahrungsbilder hintereinander gezeigt werden durften.

Der zeitliche Ablauf eines Trials ist analog zu dem Ablauf in einem olfaktorischen Trial strukturiert, wobei hier mit kürzeren Zeitintervallen gearbeitet wurde. Außerdem wurden auch alle Hinweisreize visuell über den Computerbildschirm dargeboten. Ebenso wie bei der olfaktorischen Reizpräsentation erhielten die Teilnehmerinnen bei der visuellen Stimulation Hinweisreize für den Beginn der Datenerfassung und die Aufzeichnung der motorischen Reaktion, deren Auftreten in Bezug zur Stimuluspräsentation innerhalb bestimmter zeitlicher Grenzen variierte. In den Zeiten zwischen den Reizen war der Bildschirm dunkel. Die beginnende EEG-Messung wurde der Versuchsperson durch ein rotes Fixations-Kreuz signalisiert, das mindestens 1 und maximal 3 s vor der Reizdarbietung für 1 s eingeblendet wurde. Die Aufforderung zu reagieren, die für 1 s sichtbar war, erfolgte 3 bis 5 s nach Beginn der Stimuluspräsentation, die ebenfalls 400 ms umfasste. Die darauffolgende Pause konnte eine Dauer

von 1 bis 3 s aufweisen und wurde durch das Erscheinen des nächsten Fixations-Kreuzes beendet. Das ISI schwankte somit zwischen 7 und 14 s. Abbildung 4.8 stellt diesen zeitlichen Ablauf grafisch dar.

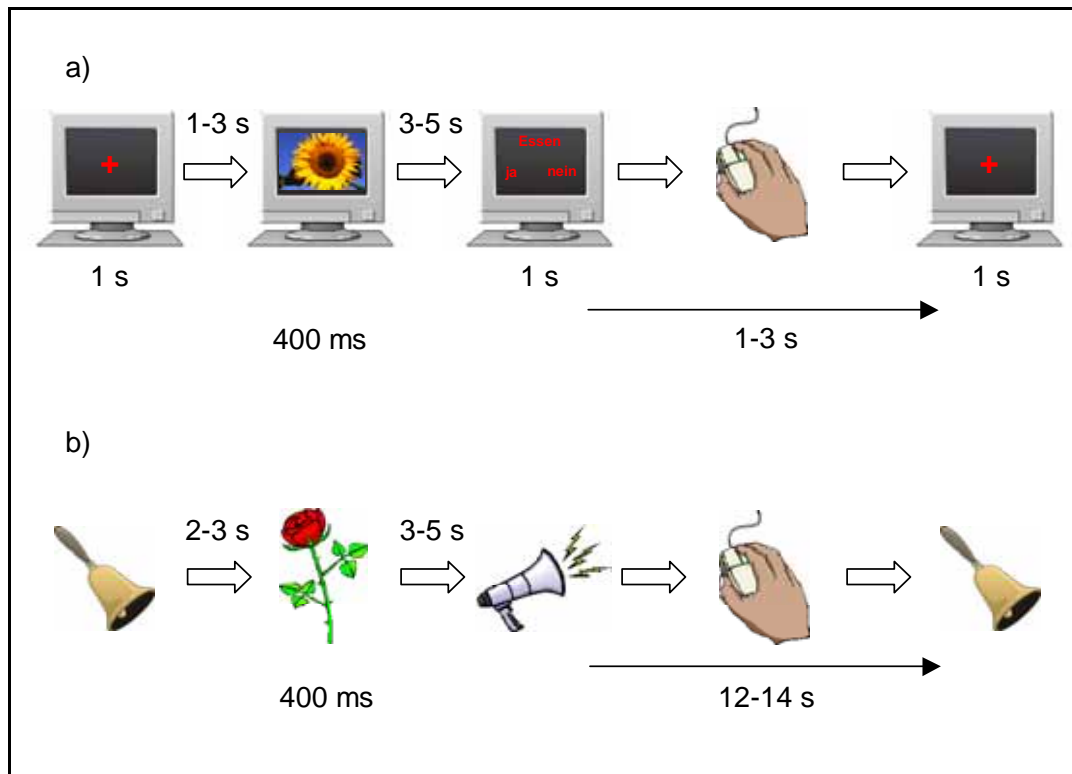


Abbildung 4.8 Zeitliche Struktur der Reizpräsentation in einem a) visuellen bzw. b) olfaktorischen Block

4.2.4 Versuchsablauf

Alle Studienteilnehmerinnen wurden einzeln im Zeitraum von Juli 2000 bis Juli 2001 untersucht. Die Dauer der ersten Sitzung schwankte vor allem in Abhängigkeit von der Länge des diagnostischen Interviews zwischen einer und drei Stunden, während die zweite Sitzung zwischen 3.5 und 5 Stunden dauerte. Die Termine der ersten Sitzung wurden zwischen 8.00 und 18.00 Uhr frei von den Versuchsteilnehmerinnen gewählt, während die zweite Sitzung immer vormittags stattfand und zwischen 8.00 und 10.00 Uhr begann.

4.2.4.1 Ablauf der ersten Sitzung

4.2.4.1.1 Begrüßung und Einführung in das Experiment

Nach der Begrüßung im Olfaktometrie-Labor, in dem auch der zweite Untersuchungstermin stattfand, erläuterte die Versuchsleiterin kurz den Hintergrund der Studie, wobei sie bei ein-

zelen Aspekte der Untersuchung die oben beschriebene Cover-Story (vgl. Abschnitt 4.2.2.4) verwendete.

Nach diesen Erläuterungen über Ziel und Zweck der beiden Untersuchungstermine erhielt die Versuchsperson eine kurze Laborführung, um sie mit den wichtigsten Bestandteilen der Versuchsdurchführung und Reizdarbietung während der EEG-Sitzung vertraut zu machen. Dabei wurde ein besonderes Gewicht auf die Erklärung des Olfaktometers und der EEG-Kappe gelegt. Zum Olfaktometer wurde der Probandin erklärt, dass dieses Gerät dazu diene, Luft anzuwärmen und anzufeuchten, um die Reizdarbietung für die Teilnehmerin möglichst angenehm zu gestalten. Außerdem könne die Vorgabe der Düfte sowie die Dauer der Pausen mit diesem Gerät zeitlich sehr exakt gesteuert werden. Bei der Vorführung der Elektrodenkappe wurde der Versuchsperson gezeigt, wie die Kappe mit Hilfe von Kinnriemen und Brustgürtel befestigt wird und auf welche Weise die Elektroden von oben in die Halterungen auf der Kappe eingeklinkt werden. Außerdem wurde ihr das Elektrolyt-Gel, das sowohl in die Elektroden als auch in die Halterungen auf der Kappe eingefüllt wird, gezeigt und dessen Funktion erläutert.

Zum zeitlichen Ablauf der EEG-Sitzung wurde ihr die Reihenfolge und ungefähre Dauer der einzelnen Versuchsteile sowie deren grober Aufbau erklärt und auf Besonderheiten der olfaktorischen bzw. der visuellen Reizvorgabe hingewiesen.

4.2.4.1.2 Einverständniserklärung

Anschließend wurden der Teilnehmerin die wichtigsten Informationen zum Versuch noch einmal in schriftlicher Form vorgelegt (siehe Anhang B1.2). Sie wurde gebeten, eine Einverständniserklärung (siehe Anhang B1.3) zu unterschreiben, in der besonders auf die Anonymisierung der Daten sowie die Möglichkeit, jederzeit vom Versuch zurückzutreten, hingewiesen wurde. Weiterhin bestätigte die Versuchsperson mit der Unterzeichnung, dass sie bisher keine Verletzungen oder Operationen im Schädel-Hirn-Bereich (z.B. Schädel-Hirn-Trauma, Schädelbasisbruch) oder im Nasen-Rachen-Bereich (Nasenbeinbruch, Nasenscheidewand-Operation) erlitten habe (vgl. Abschnitt 4.2.1.2 zu Ausschlusskriterien). Die gesunden Personen erklärten darüber hinaus, nie an einer psychologischen oder psychiatrischen Therapie teilgenommen zu haben.

4.2.4.1.3 Präsentation der Düfte

Es folgte auf Wunsch der Versuchsperson eine Präsentation von zehn Düften (vgl. Abschnitt 4.2.2.1.3), die angeblich alle in der Studie untersucht werden sollten (vgl. Cover-Story zu Aspekt 2 und 3, Abschnitt 4.2.2.4.2). Jeder Geruchsstoff wurde der Probandin einzeln in einer aufgeschraubten braunen Glasflasche (100 ml, Schott, Deutschland) überreicht und nach Rückgabe sofort wieder verschlossen. Dabei wurde die Probandin ermutigt, spontane Asso-

ziationen zu äußern, da die Versuchsleiterin „sehr an der individuellen Einschätzung der Düfte interessiert“ sei. Alle Teilnehmerinnen hatten Interesse an diesem „Proberiechen“ und viele gaben spontane Valenzbeurteilungen ab.

4.2.4.1.4 Erhebung der diagnostischen Daten

Nach dieser Phase der Informationsvermittlung, die der Versuchsperson im Sinne eines Warming-ups auch ein Gefühl der Vertrautheit und der Kontrolle geben sollte, folgte die Durchführung des diagnostischen Interviews. Die Dauer variierte dabei zwischen 30 und 120 Minuten und lag in der Regel bei 70 Minuten.

Nach Abschluss des Interviews wurde der Probandin der Fragebogen zum Essverhalten vorgelegt und sie wurde gebeten, ihn in Ruhe im Geruchslabor auszufüllen, während die Versuchsleiterin den Raum mit der Begründung verließ, sie wolle die Probedüfte wegräumen. Die Probandin gab dann nach der Beantwortung des Fragebogens ein Zeichen, woraufhin die Versuchsleiterin in den Raum zurückkehrte.

4.2.4.1.5 Abschluss der Sitzung

Nachdem mögliche Schwierigkeiten bei der Bearbeitung des Fragebogens geklärt worden waren, folgte die Verabschiedung. Die Teilnehmerin erhielt ein Merkblatt (siehe Anhang B1.5) mit verschiedenen Punkten, die sie für die EEG-Sitzung beachten sollte. Weiterhin wurde ihr ein entsprechender Geldbetrag ausgezahlt bzw. die Versuchsteilnahme bescheinigt. Außerdem durfte sie sich von einem Teller mit Süßigkeiten, Obst und Gemüse nach Belieben bedienen.

4.2.4.2 Ablauf der zweiten Sitzung

4.2.4.2.1 Begrüßung und Geruchs-Screening

Nach der Begrüßung der Probandin durch zwei Versuchsleiterinnen erhielt sie eine kurze Einführung in den Versuchsablauf. Dabei wurden – wie bereits in der ersten Sitzung – Reihenfolge und Dauer der einzelnen Versuchsabschnitte kurz erläutert und auf genauere Ausführungen verwiesen, die jeweils direkt vor einer neuen Versuchsphase gegeben würden. Anschließend wurden in einem anderen Raum Größe und Gewicht der Teilnehmerin erhoben. Es folgte das Geruchs-Screening (vgl. Abschnitt 4.2.2.5), das von einer Versuchsleiterin durchgeführt wurde, während die andere im Nebenraum die Elektroden vorbereitete.

4.2.4.2.2 Vorbereitung der Probandin für die EEG-Aufzeichnung

Nach dem Geruchstest wurde die Teilnehmerin in den Versuchsraum geführt und dort für die EEG-Aufzeichnung vorbereitet. Zunächst wurden von den beiden Versuchsleiterinnen Referenz-Elektroden auf dem linken und rechten Mastoid sowie EOG-Elektroden unter und neben dem rechten Auge der Probandin mit Hilfe von Kleberingen befestigt. Anschließend wurde anhand des Kopfumfangs die Kappengröße bestimmt und mit einem Hautmarkierstift die Elektroden-Position für C_z markiert. Daraufhin wurde der Teilnehmerin der Brustgurt umgelegt und während des Aufsetzens der Kappe mit den Kinnriemen verbunden. Im Anschluss wurden die Elektrodenadapter auf der Kappe mit Elektrolyt-Gel befüllt und die bereits gefüllten Elektroden darin eingeklinkt. Jeder Schritt wurde dabei parallel von den Versuchsleiterinnen erklärt und die Bedeutung einzelner Elektroden (Referenzen, Ground, EOG-Elektroden) betont. Die Versuchsperson wurde gebeten, sowohl in diesem als auch den folgenden Versuchsabschnitten jede Unannehmlichkeit sofort mitzuteilen und besonders darauf zu achten, ob die Mastoid- und Augenelektroden fest an der gewählten Position blieben oder sich zu lösen schienen, so dass die Versuchsleiterinnen jeweils schnell und effektiv korrigierend eingreifen konnten.

Während dieser Vorbereitungsphase wurde der Probandin angeboten, selbst mitgebrachte Musik- oder Hörspielkassetten oder Radio zu hören oder sich mit einer entspannenden Lektüre zu beschäftigen. Am Ende des Elektrodensetzens wurden der Probandin zwei Fragebögen vorgelegt („Fragebogen zur Händigkeit“ und „Fragebogen zum Duft- und Bildversuch“, vgl. Abschnitt 4.2.2.3.4 und 4.2.2.3.5 sowie Anhang B2.4 und B2.2) die sie bis zum Ende der Vorbereitungszeit ausfüllen sollte.

4.2.4.2.3 Instruktionen zur Atmung

Nachdem die Versuchsperson im Anschluss an die Vorbereitungsphase im Entspannungsstuhl Platz genommen und eine für Rücken- und Nacken-Muskulatur entspannte und bequeme Sitzhaltung eingenommen hatte, wurde sie gebeten, jeweils in der Phase der Datenaufzeichnung beim Atmen die Gaumensegelverschluss-Atmung (siehe Abschnitt 2.3.4.5) anzuwenden, um eine Beeinflussung der Stimuluspräsentation durch den Atemzyklus zu verhindern. Diese Atemtechnik wurde der Probandin anhand einer Grafik erklärt und sie wurde gebeten, diese als „Schnarchatmung“ bezeichnete Atemform zu üben, um während der Reizvorgabe weiterhin entspannt und in ihrem normalen Tempo weiterzuatmen. Während der Übungsphase erhielt die Probandin eine Rückmeldung über atmungsbedingte Luftschwankungen in der Nase. Diese Rückmeldung erfolgte mit Hilfe eines Thermosensors, der mit einem Oszilloskop verbunden war. Solange die Teilnehmerin noch durch die Nase atmete, waren auf dem Monitor deutliche Schwankungen zu erkennen. Sie verschwanden, sobald das Gaumensegel geschlossen blieb und ein kompletter Luftaustausch über den Mund erreicht wurde. Diese Biofeedback-Methode ermöglichte es den meisten Teilnehmerinnen, die neue Atemtechnik

binnen weniger Minuten zu erlernen und während der olfaktorischen Stimuluspräsentation gleichmäßig und ruhig auf die beschriebene Weise zu atmen. Nach Abschluss dieser Übungsphase wurde der Temperaturfühler wieder entfernt und erst in der Pause zwischen erstem und zweitem olfaktorischem Block erneut befestigt, um der Versuchsperson eine nochmalige Rückmeldung und bei Bedarf eine Korrekturmöglichkeit zu geben.

4.2.4.2.4 Subjektive Bewertung der Düfte

Es folgte die manuelle Präsentation der Düfte und deren Einschätzung hinsichtlich Intensität und positiver sowie negativer Valenz auf drei visuellen Analog-Skalen mit Hilfe des Programms DUFTWERT (Müller, Kiel; vgl. Abschnitt 4.2.2.3.6). Die Gerüche wurden über das Olfaktometer mit einer Stimulusdauer von 400 ms dargeboten und die Versuchsperson wurde gebeten, bereits jetzt bei jeder Präsentation die neu erlernte Atemtechnik anzuwenden, um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit mit der olfaktorischen Stimulation während der EEG-Ableitung zu erreichen. Die Einschätzung wurde für jeden Duft einzeln in der Reihenfolge Rose, Zwiebel, Karamell vorgenommen. Ein Duft wurde auf Wunsch auch mehrfach präsentiert, bis die Teilnehmerin angab, ihn sicher einschätzen zu können.

4.2.4.2.5 Instruktionen für die olfaktorische Stimulation

Mittels einer Grafik wurde der Teilnehmerin die zeitlichen Abfolge eines Trials mit Ankündigungston, Duftvorgabe, Reaktionston, Reaktion und Pause erläutert (vgl. Abschnitt 4.2.3.2.1). Sie wurde instruiert, nach jedem Duft zu entscheiden, ob es sich ihrer Meinung nach um einen Nahrungsgeruch gehandelt habe oder ob sich der Duft nicht mit Essen in Verbindung bringen lassen könne. Ihre jeweilige Entscheidung sollte die Probandin über den Druck einer entsprechenden Maustaste mitteilen. Bei einem Nahrungsgeruch sollte die linke Maustaste einer auf der rechten Armlehne des Entspannungsstuhls befestigten Maus mit dem Zeigefinger betätigt werden, andernfalls die rechte Maustaste mit dem Mittelfinger. Die Teilnehmerin sollte die Finger die gesamte Zeit über auf der Maus liegen lassen, um beim Reaktionston schnell und mit wenig Muskelbewegungen reagieren zu können. Auch bei Unsicherheit sollte eine der Tasten gedrückt werden (*forced choice*), unabhängig davon, dass die Entscheidung dann „geraten“ sei. Es wurde betont, dass die Versuchsperson erst nach dem entsprechenden Reaktionston reagieren solle und sich dann in der Pause bis zum nächsten Ankündigungston erholen könne.

4.2.4.2.6 Allgemeine Instruktionen zur EEG-Aufzeichnung

Die Probandin wurde weiterhin darauf hingewiesen, dass sie während der Phasen der Datenerhebung (zwischen Ankündigungston und Reaktionston) möglichst ruhig und entspannt sitzen solle und auf größere Bewegungen möglichst verzichten solle, da diese sich als Stör-

signale auf die EEG-Aufzeichnung auswirken. Besonders betont wurde in diesem Zusammenhang auch die Bedeutung der Augenbewegungen als Störeinflüsse. Die Teilnehmerin wurde daher gebeten, ebenfalls jeweils während der Aufzeichnungszeiten ihre Augen auf einen Punkt zu fixieren und Lidschläge so weit wie möglich zu vermeiden. In den Pausenzeiten (zwischen Reaktionston und nächstem Ankündigungston) wurde sie dagegen ermutigt, ihre Position leicht zu verändern, viel zu blinzeln und auf Wunsch auch tiefe Atemzüge zu machen.

Weiterhin wurde die Versuchsperson an dieser Stelle darüber informiert, dass sich die beiden Versuchsleiterinnen während der etwa 10-minütigen Phase der Reizpräsentation im Nebenraum aufhalten würden, aus Sicherheitsgründen über eine Gegensprechanlage und eine Kamera im Versuchsraum aber eine ständige Verbindung bestehe.

Die Teilnehmerin erhielt zu diesem Zeitpunkt auch die Information, dass ihr während der Zeit der Duftvorgabe ein lautes Rauschgeräusch eingespielt werde, um sie vor anderen Außengeräuschen (Türenknallen, Sirenengeheul) abzuschotten. Nachdem die Probandin angab, die Instruktionen und die Reihenfolge und Bedeutung der einzelnen Hinweisreize verstanden zu haben, wurden die Schaumstoffröllchen des Kopfhörers in beiden Gehörgängen positioniert. Zuletzt schaltete die Versuchsleiterin beim Verlassen des Raumes das Licht aus, da der Raum aus Gründen der Vergleichbarkeit mit der visuellen Stimulation (vgl. Abschnitt 4.2.2.6.2) bereits jetzt abgedunkelt wurde.

4.2.4.2.7 *Übungsblöcke zur olfaktorischen Stimulation*

Um die Teilnehmerin mit den Versuchsbedingungen und vor allem mit der Kontrolle der Atmung und der Augenbewegungen vertraut zu machen, wurden zwei kurze Übungsblöcke durchgeführt, die sich von den anschließenden Hauptblöcken nur durch die Anzahl der Reize (pro Übungsblock jeweils sechs Stimuli) unterschieden. Vor dem Start des ersten Testdurchgangs wurde die Versuchsperson über die Gegensprechanlage noch einmal kurz auf den Ablauf hingewiesen und gebeten, sich jetzt hauptsächlich auf das Stillhalten der Augen während der für die Auswertung entscheidenden Zeit zwischen Start- und Reaktionston zu konzentrieren. Die Präsentation der ersten Reize wurde von der Versuchsleiterin noch kommentiert, bei den letzten Stimuli wurde das Mikrophon allerdings ausgeschaltet, damit die Versuchsperson ihre Aufmerksamkeit ganz auf den Versuch richten konnte. Im Anschluss an den ersten Testlauf wurde ihr eine Rückmeldung über die aufgezeichneten Augenbewegungen gegeben und sie wurde gebeten, im zweiten Übungsblock besonders darauf zu achten, ihre Antwort möglichst kurz nach (aber nicht vor) dem Reaktionston abzugeben und ihre Atmung entsprechend zu kontrollieren. Bei diesem zweiten Testlauf wurde zusätzlich das laute Rauschen vorgegeben, um die Probandin auch daran schon im vorab zu gewöhnen. Das Einschalten des Rauschens diente der Versuchsperson gleichzeitig als eindeutiger Hinweis für den Start der Präsentationsphase, das Ausschalten kennzeichnete jeweils das Ende des Blocks. Die Ver-

suchsleiterin schaltete jetzt das Mikrophon beim Starten des Blocks aus und gab der Teilnehmerin erst nach Ende der Stimuluspräsentation wieder Bescheid. In einer kurzen Pause wurde ihr angeboten, etwas Mineralwasser zu trinken, da durch die Form der Mundatmung ein leichtes Austrocknen der Schleimhäute erfolgen kann.

4.2.4.2.8 Olfaktorische Stimulation in den beiden Hauptblöcken

Wenn die Versuchsperson angab, für die Durchführung des ersten Hauptblocks bereit zu sein, wurde sie über die Gegensprechanlage gebeten, noch einmal in eigenen Worten zu wiederholen, auf welche Punkte sie zu achten habe und die zeitliche Abfolge der Stimuli zu beschreiben. Zu Beginn des Blocks wurde dann der Kontakt beendet und das laute Rauschen eingeschaltet. Über das Ende des Blocks wurde die Teilnehmerin wiederum durch das Ausschalten des Geräuschs und die Ankündigung der Versuchsleiterin informiert. In den Pausen betraten beide Versuchsleiterinnen den Versuchsraum, befragten die Probandin nach ihrem Befinden und nach der subjektiven Schwierigkeit der Aufgabe, boten ihr Wasser an und befüllten ggf. einige Elektroden erneut. Außerdem erfolgte eine erneute Überprüfung der Atemtechnik mit Hilfe des Thermofühlers. Der zweite Geruchsblock unterschied sich in der Durchführung nicht vom ersten.

4.2.4.2.9 Instruktionen für die visuelle Stimulation

Am Ende des olfaktorischen Versuchsabschnitts wurde die Position des Entspannungsstuhls so verändert, dass die Probandin jetzt auf einen Monitor schauen konnte, der zur Präsentation der visuellen Stimuli diente. Vor dem Beginn der Reizpräsentation wurde sie gebeten, zunächst den EPI auszufüllen, während die Versuchsleiterinnen erneut die Übergangswiderstände kontrollierten und die Stimulusvorgabe sowie die Datenaufzeichnung vorbereiteten. Nachdem die Versuchsperson den Fragebogen vollständig bearbeitet hatte, wurde ihr eine kurze Erklärung der folgenden beiden Bildblöcke gegeben und anhand einer Skizze erläutert. Sie wurde wieder darauf hingewiesen, zwischen einem visuellen Start-Signal (rotes Fixations-Kreuz) und einem Reaktions-Signal („Essen ja/nein“-Abfrage) möglichst ruhig zu sitzen und die Augenbewegungen so gering wie möglich zu halten.

4.2.4.2.10 Übungsblock und Hauptblöcke zur visuellen Stimulation

Auch für diese Stimulusdarbietung wurde ein kurzer Übungsblock mit sechs Reizen durchgeführt, um die Versuchsperson an die verkürzten Zeiten zwischen den Reizen zu gewöhnen und ihr den Ablauf zu verdeutlichen. Der Übungsblock fand wieder unter den gleichen Bedingungen wie die Hauptblöcke statt, d.h. die Probandin befand sich allein im abgedunkelten Versuchsraum und wurde über die Gegensprechanlage von der Versuchsleiterin instruiert, die

während des Probedurchlaufs noch alle Reize und Reaktionen der Teilnehmerin kommentierte.

Anschließend wurde der Versuchsperson angeboten, sofort zum ersten etwa 5-minütigen Hauptblock überzugehen. Nach dem Ende des Blocks, welches der Probandin in diesem Fall über ein „Ende-Schild“ auf dem Bildschirm angezeigt wurde, konnte auf Wunsch gleich der nächste Hauptblock durchgeführt werden, ohne dass eine längerfristige Unterbrechung stattfand. Die zweite visuelle Präsentation verlief genauso wie die erste.

4.2.4.2.11 Instruktionen für die subjektive Beurteilung der Bilder

Nach einer letzten Aufzeichnung der Übergangswiderstände, betraten wieder beide Versuchsleiterinnen den Raum, um der Versuchsperson die Kappe und alle weiteren Elektroden abzunehmen und die Einschätzung der Bilder über den SAM (vgl. Abschnitt 4.2.2.3.7) vorzubereiten. Die Probandin erhielt die Gelegenheit, sich die Beine ein wenig zu vertreten, die Haare zu kämmen etc., bevor sie erneut im Entspannungsstuhl Platz nahm.

Für die Erhebung der subjektiven Beurteilung der Bildreize wurden diese – wiederum unterteilt in zwei Blöcke – auf dem Monitor präsentiert. Im folgenden wird beispielhaft der erste Block beschrieben (der zweite wies eine identische zeitliche Struktur auf). Im ersten Block wurden die selben Stimuli gezeigt, die auch während der EEG-Ableitung (vgl. Abschnitt 4.2.3.2.2) dargeboten worden waren, allerdings in einer anderen Reihenfolge als zuvor (vgl. Anhang D3). Dabei wurden trotz dieser neuen Reihenfolge die Positionen der Kategorien „Landschaft“, „Ekel“, „Herzhaft“ und „Süß“ beibehalten: War beispielsweise in der ersten Darbietung (EEG-Aufzeichnung) das dritte Bild eine Landschaftsaufnahme, so trat auch bei der zweiten Darbietung (SAM) an der dritten Position ein Bild aus der Kategorie „Landschaft“ auf. Dieses Vorgehen sollte Erwartungs- und Erinnerungseffekte an bestimmte Bilder minimieren, ohne durch eine Veränderung der Kategorienreihenfolge zusätzliche Fehlervarianz zu erzeugen. Ein weiterer Unterschied zur ersten Präsentation war die längere Reizdarbietungszeit von 3 s, die eine eindeutige Wahrnehmung ermöglichen sollte. Darüber hinaus wurde für die subjektive Beurteilung der Stimuli auf das Fixationskreuz verzichtet, da Augenbewegungen oder Blinzeln zu diesem Zeitpunkt unerheblich waren. Nach dem Ausblenden des Bildes blieb der Monitor für 1 s dunkel und es folgte die Frage: „Essen?“, die für 2 s sichtbar war und innerhalb dieser Zeit bearbeitet werden musste. Für die Beantwortung standen – wie bereits in der ersten Stimuluspräsentation – die Antwortalternativen „Ja“ und „Nein“ zur Verfügung, die wiederum durch das Drücken einer Maustaste ausgewählt wurden. Danach wurde der Bildschirm wieder für 3 s dunkel und es schloss sich der SAM-Fragebogen an. Der Fragebogen blieb so lange auf dem Monitor eingeblendet, bis alle drei Skalen beantwortet waren und die Teilnehmerin durch das Anklicken des „OK-Buttons“ die nächste Reizpräsentation startete. Nach der Beendigung des Blockes, der im Durchschnitt 7 – 10 Minuten dauerte, wurde wieder ein „Ende-Schild“ eingeblendet und die Probandin wurde über den

Kopfhörer gebeten, sich auf den Start des nächsten Blockes vorzubereiten. Dieser wurde auf Wunsch sofort oder nach einer kurzen Pause durchgeführt. Für die Beurteilung der drei Skalen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“, erhielt die Teilnehmerin mündlich die folgende Instruktion:

„Nachdem du die Bilder eben ja jeweils nur sehr kurz gesehen hast, möchten wir dich bitten, sie dir jetzt noch einmal etwas länger anzusehen und dabei zu entscheiden, welchen Gefühlszustand das Ansehen des Bildes bei dir ausgelöst hat. Du siehst hier diese drei Reihen mit dem kleinen Männchen. Das ist SAM. Er stellt verschiedene Gefühlszustände dar, die das Sehen der Bilder auslösen kann.

In der ersten Reihe ist er auf der einen Seite **gutgelaunt und zufrieden**, auf der anderen Seite fühlt er sich **unwohl und unzufrieden**. Bei dem mittleren Bild hier ist **SAM weder traurig noch fröhlich**, sondern einfach **neutral**. Wenn dir ein Bild also besonders gut gefallen hat und du dich deshalb **gutgelaunt und zufrieden** fühlst, kreuzt du den **fröhlichen lächelnden**, SAM an. War das Bild für dich dagegen sehr unangenehm, so dass du dich **unwohl oder unzufrieden** fühlst, kreuze bitte den **stirnrunzelnden, traurigen** SAM an. Je nachdem, wie sehr dir das Bild gefallen oder nicht gefallen hat, kannst du auch einen SAM dazwischen ankreuzen oder dein Kreuz zwischen zwei SAMs setzen.

In der zweiten Reihe ist dargestellt, wie **anregend oder beruhigend** das Bild für dich war. Auf der einen Seite ist SAM **hellwach, aufgeregt und unruhig**. Auf der anderen Seite ist er **entspannt, ruhig und schläfrig**. In der Mitte ist SAM **weder besonders wach noch besonders schläfrig, sondern wieder ganz neutral**. Wenn du dich beim Anschauen des Bildes **angeregt und wach** gefühlt hast, dann kreuze bitte links den **unruhigen** SAM an. Hat dich das Bild dagegen eher **beruhigt** oder **entspannt**, kreuze bitte den **schläfrigen** SAM auf der rechten Seite an. Auch hier kannst du natürlich eine der Zwischenstufen wählen.

In der dritten Reihe geht es darum, wie **unterlegen oder dominant** man sich beim Anschauen eines Bildes fühlt. Auf der linken Seite ist SAM ganz **klein und hilflos**, auf der rechten dagegen **groß und dominant**. Auf dem mittleren Bild hat er **weder ein besonderes Gefühl von Hilflosigkeit noch von großer Kontrolle**. Je nachdem, ob du dich bei dem Bild eher **ohne Kontrolle und unterlegen oder einflussreich und so gefühlt hast, dass du alles unter Kontrolle hast**, kreuzt du den passenden SAM oder eine Zwischenstufe an. Kreuze jetzt bitte bei jedem Bild an, wie du dich im Moment fühlst. Es geht also nicht darum, wie du dich zur Zeit allgemein fühlst, also dass du z.B. vom Versuch insgesamt etwas müde bist oder dich besonders entspannt fühlst, sondern welche Gefühle **durch das Betrachten** eines Bildes jeweils in dir entstanden sind. Du kannst das hier ganz allein in Ruhe machen und dann einfach über die Gegensprechanlage Bescheid sagen, wenn du fertig bist. Hast du noch Fragen?“

Anschließend absolvierte die Teilnehmerin wieder einen kurzen Probedurchlauf, in dem sie die Länge der Reizdarbietung sowie die Reaktionswahl über die Maus kennen lernen konnte. Die beiden Hauptblöcke wurden dann direkt im Anschluss durchgeführt, wobei die Versuchs-

person jeweils kurz über Start und Ende informiert wurde und ihr die Länge der dazwischen liegenden Pause selbst überlassen wurde.

Zum Abschluss des Versuchs bedankte sich die Versuchsleiterin noch einmal für die Teilnahme, überreichte der Probandin ein entsprechendes Entgelt und bot ihr an, sich von einem Gemüse- und Süßigkeiten-Teller frei zu bedienen.

4.3 Auswertung der Daten

4.3.1 Gewinnung der EKP-Komponenten

4.3.1.1 Allgemeine Auswertungsschritte zur Gewinnung der EKPs

Alle Auswertungsschritte wurden mit der Version 1.03 des Programms BRAINVISION (VISION ANALYZER; Brainproducts, Deutschland) durchgeführt, sofern die aufgenommenen EEG-Kanäle nicht einer zusätzlichen automatischen Artefaktkorrektur unterzogen werden mussten (siehe Abschnitt 4.3.1.2).

Nachdem das EEG während der Phase der Stimuluspräsentation zunächst kontinuierlich erfasst worden war (vgl. Abschnitt 4.2.2.7), wurden bei der weiteren Datenauswertung in einem ersten Schritt Segmente mit einer Länge von 2560 ms aus dem Datenstrom ausgeschnitten. Dabei wurden diese Segmente so gebildet, dass vor dem Reiz jeweils ein Zeitbereich von 1000 ms lag, der später für die Berechnung einer Baseline verwendet wurde. Im nächsten Schritt wurden alle Segmente einer Linear-Detrending-Korrektur unterzogen, um langsame Potentialverschiebungen innerhalb des Segments auszugleichen. Hierfür wurden jeweils die mittleren Amplituden eines Intervalls von 500 ms zu Beginn sowie eines Intervalls von 200 ms am Ende des Segments berechnet und zur Erstellung einer Geraden herangezogen, die von dem EEG-Signal subtrahiert wurde.

Anschließend wurde mit Hilfe eines Butterworth-Zero-Phase-Filters eine Bandpass-Filterung mit einer oberen Grenzfrequenz von 10 Hz und einer unteren Grenzfrequenz von 0.05 Hz (Zeitkonstante 3.18 s) mit jeweils 12 dB/Oktave durchgeführt.

Es folgte ein semiautomatischer Ausschluss artefaktbehafteter Trials getrennt für jeden aufgezeichneten Kanal. Hierzu wurden zunächst als Ausschlusskriterien eine *low activity* von $< 0.1 \mu\text{V}$ über einen Zeitraum von mindestens 200 ms sowie das Auftreten einer maximalen Amplitude von $\pm 50 \mu\text{V}$ gewählt. Anhand der zusätzlich erfassten Augenbewegungen sowie über den Vergleich der Aktivität an einer Elektrode mit den benachbarten Positionen wurden dann Trials manuell ausgeschlossen, bei denen in einem Zeitbereich von 200 bis 1300 ms für

olfaktorische bzw. 0 bis 1000 ms für visuelle Reize das Vorliegen eines Artefaktes angenommen werden musste. Da zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen der Datenverarbeitung jeweils der Mittelwert aus der Aktivität an mehreren Elektroden berechnet werden sollte, durfte in einem Elektrodenfeld jeweils nur ein Kanal ausgeschlossen werden. Waren in einem Elektrodenfeld dagegen mehrere Kanäle artefaktbehaftet, wurde das Segment vollständig aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen.

Es fand nun eine weitere Filterung der Daten über einen Tiefpass (*Butterworth Zero Phase*) mit 7 Hz und wiederum 12 dB/Oktave statt, um besonders die Spontanaktivität im α -Band zu unterdrücken, von der ein EKP in der Regel stark überlagert wird.

In einem weiteren Schritt wurde pro Kanal der Mittelwert (*average*) aller artefaktfreien Segmente einer Reizkategorie gebildet. Da zuvor in einigen Segmenten jeweils nur einzelne Kanäle von der weiteren Auswertung ausgeschlossen worden waren, basierte diese Mittelung nicht immer auf der gleichen Anzahl von Elektroden. Einer groben Schätzung zufolge konnten bei den olfaktorischen Trials rund 89 % der Daten verwendet werden. Bei der visuellen Stimulation gingen insgesamt ca. 91 % der Daten in die Auswertung ein. Tabelle 4.24 gibt einen Überblick über diese Schätzungen bei den einzelnen Gruppen.

Tabelle 4.24 Schätzungen für den Prozentanteil verwendeter Daten getrennt für die drei Gruppen

Gruppe	olfaktorisch	visuell
UE	85%	90%
RE	90%	92%
PE	93%	94%

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelter Esser; PE: essgestörte Patienten

Der nächste Verarbeitungsschritt bestand in der Berechnung einer neuen Referenz, die sich aus dem Mittelwert der Aktivität am rechten und linken Mastoid (ursprüngliche Referenz) zusammensetzte. Weiterhin wurden nun die *averages* verschiedener Elektroden über die Bildung eines weiteren Mittelwertes zusammengefasst. In Tabelle 4.25 sind die Bezeichnungen dieser sogenannten „Pools“ sowie die dazugehörigen Elektroden dargestellt. Abbildung 4.9 zeigt eine grafische Veranschaulichung aller Elektrodenfelder.

Tabelle 4.25 Zusammenfassung der einzelnen Elektroden zu den neun Elektrodenfeldern

links			Mitte			rechts		
ANTERIOR								
AL			AM			AR		
		Fp1		Fpz		Fp2		
AF7		AF3				AF4		AF8
F7	F5	F3	F1	Fz	F2	F4	F6	F8
CENTRAL								
CL			CM			CR		
FT7	FC5	FC3	FC1	FCz	FC2	FC4	FC6	FT8
T3	C5	C3	C1	Cz	C2	C4	C6	T4
TP7	CP5	CP3	CP1	CPz	CP2	CP4	CP6	TP8
POSTERIOR								
PL			PM			PR		
T5	P5	P3	P1	Pz	P2	P4	P6	T6
PO7		PO3		POz		PO4		PO8
		O1		Oz		O2		

Vor der Bestimmung einzelner Komponenten wurden die Daten in einem letzten Schritt auf ein Baseline-Niveau angepasst, für dessen Berechnung der Zeitbereich von 1000 ms vor dem Beginn der Reizpräsentation verwendet wurde. Die einzelnen Maxima und Minima wurden anschließend innerhalb der in Tabelle 4.26 aufgeführten Zeitgrenzen getrennt für jeden Pool automatisch detektiert.

Tabelle 4.26 Zeitfenster für die automatische Detektion der einzelnen Komponenten im CSEKP und VEKP

Komponente	CSEKP	VEKP
N1	300 - 550	50 - 200
P2	400 - 650	150 - 300
N2	- / -	200 - 350
P3	650 - 900	300 - 500
N4	- / -	350 - 550
pSW	900 - 1150	500 - 800

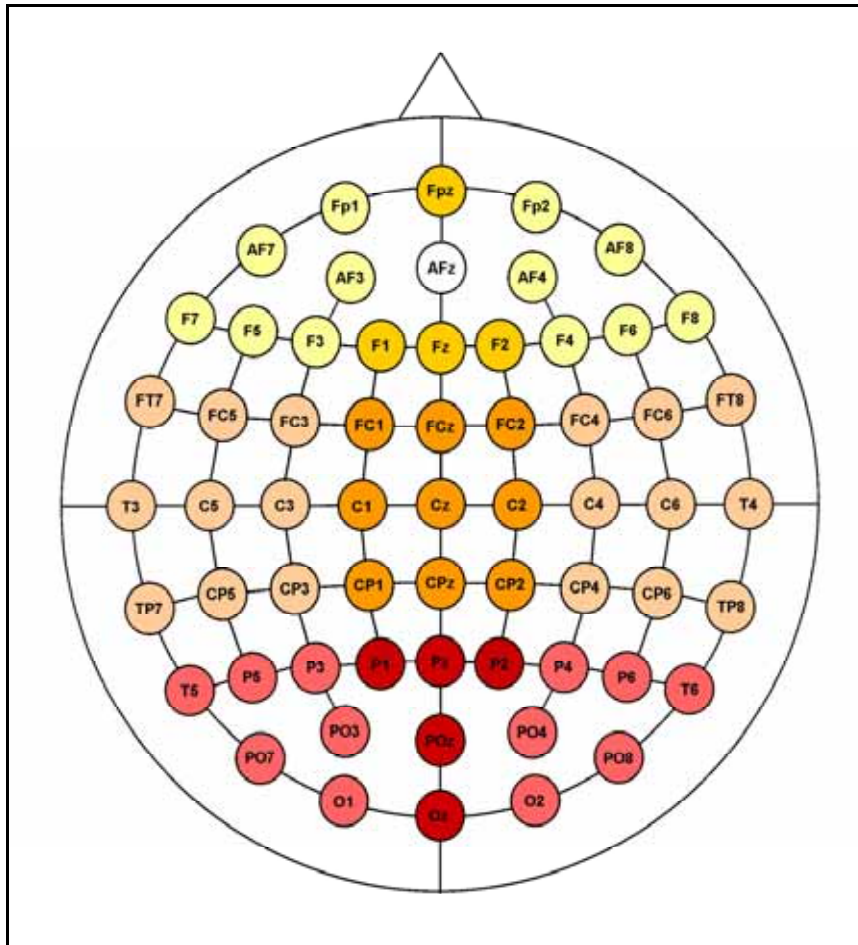


Abbildung 4.9 Darstellung der Elektrodenfelder mit den zugehörigen Elektrodenpositionen (modifiziert nach FMS; Elektrodenanordnungen, Montage Nr. 11)

Manuelle Änderungen an dieser Auswahl wurden nur dann vorgenommen, wenn inhaltliche Gründe gegen die automatische Bestimmung der Komponenten sprachen. Das war z.B. dann der Fall, wenn das Programm aufgrund sich überlappender Zeitbereiche einen positiven Peak, der zeitlich vor der N1 auftrat, als P2 klassifizierte. Es wurde in diesem Fall die größte Positivität innerhalb des Latenzbereiches der P2 gesucht, die sich nach der N1 detektieren ließ. Falls die P2 in einigen Pools zeitlich nach der N1 detektiert worden war, wurde sie in allen anderen Pools manuell an einer zeitlich entsprechenden Stelle platziert.

4.3.1.2 Besondere Auswertung bei Personen mit vielen Augenbewegungen

Falls sich bei einer ersten Betrachtung der Daten herausstellte, dass es bei einer Versuchsperson in mindestens 50 % der Trials zu Augenbewegungen (Blinzeln) innerhalb des für die Auswertung kritischen Zeitbereichs gekommen war, wurden diese Daten mit Hilfe des Programms EDIT der NEUROSCAN-Software (Version 4.0; Neuroscan Inc., USA) einer Arte-

faktkorrektur (Semlitsch, Anderer, Schuster & Presslich, 1986) unterzogen. Dies geschah bei den CSEKP-Daten bei fünf und für die VEKP-Daten bei neun Versuchspersonen.

Hierzu wurden zunächst die Rohdaten eingelesen, danach das Ausschneiden der Segmente, die erste Filterung und die Trendkorrektur mit der NEUROSCAN-Software durchgeführt. Bei der Bereinigung der Daten um die durch Augenbewegungen verursachten Artefakte wurde erst der VEOG- und anschließend der HEOG-Kanal im Rahmen einer Regression von den jeweiligen EEG-Kanälen subtrahiert. Die bereinigten Daten wurden dann wieder in das Programm BRAINVISION eingelesen und hier mit den oben genannten Prozeduren weiterverarbeitet.

4.3.2 Statistische Datenanalyse

Die Auswertung der vorliegenden Daten erfolgte jeweils in einem ersten Schritt über multifaktorielle, univariate Varianzanalysen, denen ein sogenanntes „Split-Plot-factorial-Design“ (vgl. Kirk, 1968) zu Grunde lag. Es handelt sich hierbei um ein Design, bei dem sowohl Gruppierungs- (*between*) als auch Messwiederholungsfaktoren (*within*) einbezogen werden. Im nächsten Schritt wurden signifikante Haupt- und Interaktionseffekte, die entweder in Bezug auf die inhaltliche Fragestellung oder im Rahmen der Überprüfung und Validierung der Methoden relevant sind, mittels t-Tests (bei Haupteffekten) bzw. bedingten Wechselwirkungen (bei Interaktionen) weiter untersucht (vgl. Levine, 1991). Bei der Analyse bedingter Wechselwirkungen werden jeweils Haupteffekte oder Interaktionen bestimmter Faktoren innerhalb der einzelnen Stufen eines anderen Faktors berechnet. Findet sich in einer Varianzanalyse also z.B. die inhaltlich relevante Interaktion „Gruppe x Duft“, so kann anschließend der Einfluss des Faktors „Gruppe“ innerhalb jeder einzelnen Stufe des Faktors „Duft“ ermittelt werden. Auf diese Weise lassen sich differenzierte Aussagen darüber treffen, wie sich die Stufen eines Faktors innerhalb einer bestimmten Bedingung voneinander unterscheiden. Im obigen Beispiel ließe sich nach Berechnung der bedingten Wechselwirkungen beispielsweise folgende Aussage treffen: „Während es bei der Verarbeitung des Rosenduftes zu keinerlei Unterschieden zwischen den Gruppen kommt, unterscheiden sie sich deutlich in Hinblick auf die beiden Nahrungsgerüche Karamell und Zwiebel.“ Wurden auf diese Weise Interaktionen näher untersucht, denen nur intraindividuelle Faktoren zu Grunde lagen (wie z.B. eine Interaktion der beiden Positionsfaktoren, vgl. Abschnitt 4.3.2.2.2), so erfolgte die Aufspaltung nach einem der beiden Faktoren im Rahmen eines „Random-Block-factorial-Designs“, wobei der Gruppierungsfaktor wegfällt und sich durch eine andere Art der Varianzaufteilung auch eine andere Berechnung für die Fehlervarianz ergibt als beim Split-Plot-factorial-Design.

In einem letzten Schritt wurde anschließend mit Hilfe von Einzelvergleichen (t-Tests) überprüft, inwiefern sich die Stufen eines Faktors in einer bestimmten Bedingung voneinander unterscheiden. Bei allen Effekten, bei denen Messwiederholungsfaktoren mit mehr als zwei

Stufen miteinbezogen wurden, erfolgte eine Korrektur der Freiheitsgrade mit Hilfe von ϵ nach Huynh und Feldt (1976). Alle Angaben zur Power wurden bezogen auf ein Signifikanzniveau von 5 % berechnet. Die gesamte statistische Datenauswertung wurde mittels des Programms SPSS (Version 11.0.1; SPSS Inc., USA) durchgeführt.

4.3.2.1 Methodenkontrolle

Um sicherzustellen, dass die Voraussetzungen für eine korrekte und auf die inhaltlichen Hypothesen bezogene Auswertung der Daten gegeben sind, wurden folgende Analysen durchgeführt:

Zum einen wurde geprüft, ob die präsentierten Reize entsprechend der Vorauswahl erkannt und beurteilt worden waren. Dabei wurde zunächst untersucht, ob die Stimuli bei der Präsentation im Rahmen der EEG-Aufzeichnung von den Versuchsteilnehmerinnen zutreffend als „nahrungsbezogen“ bzw. „nicht nahrungsbezogen“ erkannt worden waren. Darüber hinaus wurde festgestellt, ob die verschiedenen Reizkategorien auf den einzelnen Rating-Skalen entsprechend der Vorauswahl beurteilt worden waren.

Nicht nahrungsbezogene und angenehme Nahrungsreize sollten dementsprechend positivere Valenzbeurteilungen erhalten als unangenehme Nahrungsreize. Dieser Unterschied sollte zumindest für die ungezügelten Esser gelten, während bei den gezügelten Essern und den essgestörten Patienten auch eine Angleichung der Beurteilungen möglich ist, da sie laut **Hypothese 1** die Valenz angenehmer Nahrungsreize geringer bewerten als ungezügelte Esser.

In der Einschätzung von Intensität (Düfte) sollten keine Unterschiede zwischen den Stimuli auftreten. Bei den Dimensionen „Arousal“ und „Dominanz“ (Bilder) wurden für die ungezügelten Esser keine Unterschiede zwischen den Bildklassen erwartet. Bei den anderen beiden Gruppen hingegen wären Unterschiede zwischen den Bildkategorien möglich: Da gemäß den **Hypothesen 2b** und **3** Unterschiede zwischen der Gruppe der ungezügelten Esser und den Gruppen der gezügelten Esser sowie essgestörten Patienten in der Bewertung angenehmer Nahrungsreize erwartet werden, könnte sich auch bei einem Vergleich der angenehmen Nahrungsreize mit den Kontrollreizen innerhalb der beiden letztgenannten Gruppen ein Unterschied in der Einschätzung von Arousal und Dominanz ergeben.

Bei den Dimensionen „Arousal“ und „Dominanz“ (Bilder) wurden für die ungezügelten Esser keine Unterschiede zwischen den Bildklassen erwartet. Bei den gezügelten Essern und essgestörten Patienten hingegen wären Unterschiede möglich: Gemäß den **Hypothesen 2b** und **3** werden angenehme Nahrungsreize von ihnen anders beurteilt als von den ungezügelten Essern, während für die Stimuli der Kontrollkategorien (unangenehme Nahrung, Landschaft) keine Gruppenunterschiede erwartet werden. Somit könnten bei einem Vergleich der einzelnen Bildklassen innerhalb einer dieser beiden Gruppen Unterschiede in den Bewertungen von Arousal und Dominanz auftreten.

Zum anderen wurde untersucht, ob die topographische Verteilung der detektierten Peaks mit den in der Literatur berichteten Ergebnissen zu den entsprechenden Komponenten übereinstimmt (vgl. Abschnitt 2.3.2). Eine weitere Analyse eines automatisch bestimmten Maximums oder Minimums wurde nur dann vorgenommen, wenn es sich gemäß dieser Validierung tatsächlich um eine zu untersuchende Komponente handelte.

4.3.2.1.1 Motorische Reaktion auf die Reize

Um zunächst festzustellen, ob die Versuchsteilnehmerinnen die dargebotenen olfaktorischen und visuellen Reize entsprechend der Vorauswahl als nahrungsbezogen bzw. nicht-nahrungsassoziiert wahrnahmen, wurde die durchschnittliche Reaktionshäufigkeit auf jeweils eine Reizkategorie (getrennt für olfaktorische und visuelle Reize) untersucht. Dabei wurde zum einen überprüft, ob sich die Gruppen hinsichtlich der Einordnung eines Reizes in die Kategorien „Nahrung“ bzw. „keine Nahrung“ unterscheiden. Zum anderen wurden die entsprechenden Einschätzungen bei den einzelnen Reizklassen miteinander verglichen, um signifikante Unterschiede zwischen Kategorien zu analysieren, die vorab als „Nahrungsreize“ oder „nicht nahrungsbezogene Reize“ ausgewählt worden waren. Zu diesem Zweck wurde für jede Reaktionsart getrennt eine Varianzanalyse mit den beiden Faktoren „Gruppe“ und „Reizkategorie“ durchgeführt. Signifikante Ergebnisse wurden, wie in Abschnitt 4.3.2 beschrieben, näher analysiert.

4.3.2.1.2 Subjektive Bewertung der Stimuli

Bei der Auswertung der subjektiven Einschätzung der Reize sollten sowohl methodenbezogene als auch inhaltliche Fragen beantwortet werden. Es wurden für olfaktorische und visuelle Reize getrennte Varianzanalysen mit den Faktoren „Gruppe“ (*between*) und „Reizkategorie“ (*within*) für jede der Bewertungsdimensionen berechnet. Um zu überprüfen, ob die Probandinnen die Reize der einzelnen Kategorien entsprechend der Vorauswahl beurteilten, wurden signifikante Interaktionen beider Faktoren im Rahmen von bedingten Wechselwirkungen dahingehend weiter untersucht, dass der Einfluss des Faktors „Reizkategorie“ innerhalb jeder der drei Gruppen betrachtet wurde.

4.3.2.1.3 Validierung der detektierten Komponenten

Im Zuge der Analyse der objektiven EKP-Daten wurde für die olfaktorische und visuelle Stimulation ein analoges Vorgehen gewählt. Für jede Komponente (Latenz und Amplitude) wurde eine Varianzanalyse mit den Faktoren „Gruppe“, „Reizkategorie“ sowie „Elektrodenposition AP“ (Stufen: anterior, zentral, posterior) und „Elektrodenposition LR“ (Stufen: links, Mitte, rechts) durchgeführt, die im Folgenden die Bezeichnung „Gesamt-ANOVA“ erhält.

Im Rahmen der inhaltlichen Validierung der zuvor semiautomatisch bestimmten Peaks wurden die Haupteffekte der beiden Elektrodenpositionsfaktoren sowie ihre Interaktion in Hinblick auf die in der Literatur (vgl. Abschnitt 2.3.2) beschriebene Topographie der Komponenten überprüft. Dabei wurde für die N1 in Reaktion auf olfaktorische Reize eine eher parietale Dominanz erwartet, während die N1 in Reaktion auf visuelle Reize fronto-zentral am stärksten ausgeprägt sein sollte. Die drei Positivitäten P2, P3 und pSW, die im Rahmen der CSEKPs und VEKPs detektiert worden waren, sollten zentro-parietal eine maximale Amplitude erreichen. Die beiden darüber hinaus im VEKP bestimmten Negativitäten N2 und N4 sollten eher eine fronto-zentrale Dominanz aufweisen, wobei die empirische Befundlage hier weniger eindeutig scheint. Weiterhin sollten alle Komponenten im Mittel über der Scheitellinie stärker ausgeprägt sein als an lateralen Positionen. Bei einer mangelnden Übereinstimmung zwischen den erhobenen Daten und den zu erwartenden Verteilungen erfolgte keine weitere, hypothesengeleitete Untersuchung mehr.

Die weitere Analyse der genannten Haupteffekte erfolgte über Einzelvergleiche, die mittels t-Tests berechnet wurden. Interaktionen zwischen den Elektrodenpositionen wurden jeweils anhand von geschachtelten Vergleichen untersucht, wobei die Effekte des einen Faktors auf allen drei Stufen des anderen überprüft wurden. Die Aufteilung einer Interaktion erfolgte dabei jeweils für den Faktor, für den auch ein Haupteffekt nachgewiesen werden konnte. Wurde beispielsweise der Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ sowie die Interaktion dieses Faktors mit dem Faktor „Elektrodenposition LR“ signifikant, so wurde bei der Berechnung der bedingten Wechselwirkungen der Effekt des Faktors „Elektrodenposition AP“ getrennt für die drei Stufen „links“, „Mitte“ und „rechts“ des Faktors „Elektrodenposition LR“ bestimmt. Fand sich in einer dieser drei Bedingungen ein signifikantes Ergebnis, wurden nun hier t-Tests zwischen jeweils zwei der drei Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ durchgeführt.

4.3.2.2 Hypothesenbezogene Datenanalyse

4.3.2.2.1 Subjektive Bewertung der Stimuli

Um die **Hypothesen 1 bis 3** zu untersuchen, die jeweils davon ausgehen, dass es bei der Beurteilung einzelner Reizkategorien zu Unterschieden zwischen den Gruppen kommen sollte, wurde in der unter Abschnitt 4.3.2.1.2 genannten Varianzanalyse jede signifikante Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Reizkategorie“ dergestalt aufgelöst, dass der Effekt des Faktors „Gruppe“ innerhalb jeder der einzelnen Stufen des Faktors „Reizkategorie“ analysiert wurde.

4.3.2.2.2 EKP-Daten

Um hypothesenspezifische Gruppenunterschiede zu analysieren, wurden für jede Komponente (Latenz und Amplitude) insgesamt drei Varianzanalysen mit den Faktoren „Gruppe“, „Reizkategorie“, „Elektrodenposition AP“ und „Elektrodenposition LR“ durchgeführt. Allerdings wurde der Gruppierungsfaktor jeweils nur zweistufig realisiert, so dass ein direkter Vergleich von je zwei der drei Gruppen möglich war. Die entsprechenden Analysen werden daher im Folgenden als „gruppenspezifische ANOVAS“ bezeichnet. Auch hier wurde im Sinne eines geschachtelten Vorgehens im Anschluss an signifikante Interaktionen jeweils der Effekt des Faktors „Gruppe“ innerhalb jeder der einzelnen Stufen des Faktors „Reizkategorie“ untersucht. Darüber hinaus wurden alle anderen signifikanten Interaktionen, in denen die eben genannten Faktoren gemeinsam auftraten, nachfolgend mittels bedingter Wechselwirkungen sowie Einzelvergleichen näher untersucht.

5 ERGEBNISSE

5.1 Auswertung der subjektiven Daten

5.1.1 Methodenkontrolle

In diesem Abschnitt sollen zunächst die Ergebnisse der subjektiven Einordnung der Reize in die Klassen „Nahrung“ und „keine Nahrung“ betrachtet werden. Sowohl bei der olfaktorischen als auch bei der visuellen Reizdarbietung erhielten die Teilnehmerinnen bei jedem Reiz die Aufgabe, diese Zuordnung über eine motorische Reaktion vorzunehmen.

Weiterhin werden im Rahmen der subjektiven Bewertung der Düfte die Unterschiede bzgl. der Dimensionen „Intensität“, „Valenz positiv“ und „Valenz negativ“ vorgestellt und mit den aus den Voruntersuchungen resultierenden Erwartungen verglichen. Ebenfalls wird auf die Ergebnisse der subjektiven Bewertung der Bildkategorien hinsichtlich der Dimensionen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ eingegangen, wobei auch hier ein Vergleich mit den aufgrund der Vorauswahl zu erwartenden Reizunterschieden vorgenommen wird.

5.1.1.1 Motorische Reaktion

5.1.1.1.1 Olfaktorische Stimuluspräsentation

Aufgrund von fehlenden Reaktionen (*missing data*) ergänzen sich die beiden Reaktionsarten „Nahrung“ und „keine Nahrung“ nicht zur Gesamtanzahl aller Reize ($N = 60$) und wurden daher getrennt untersucht. Insgesamt ist die Ausfallrate allerdings sehr gering und lag pro Reizklasse bei weniger als 2 %.

Die beiden möglichen Reaktionsarten auf die drei Reizkategorien „Rose“, „Karamell“ und „Zwiebel“ wurden jeweils mittels einer Varianzanalyse mit den Faktoren „Gruppe“ (*between*-Faktor) und „Duft“ mit Messwiederholung auf dem zweiten Faktor (*within*-Faktor) für insgesamt 29 Versuchsteilnehmerinnen analysiert. Alle Signifikanzangaben beziehen sich dabei auf die nach der Methode von Huynh & Feldt (1976) korrigierten Freiheitsgrade (*df*). Alle Angaben zur Power wurden mit der Annahme eines Signifikanzniveaus von 5 % berechnet.

In den beiden Varianzanalysen fand sich wie erwartet kein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Gruppe“ und auch keine Interaktion zwischen „Gruppe“ und „Duft“, jedoch ein signifikanter Haupteffekt für den Duft (beide Reaktionsarten: $p < 0.001$). Während der Rosengeruch insgesamt im Mittel in ca. 91 % der Präsentationen der Kategorie „keine Nah-

„Nahrung“ zugeordnet wurde, beurteilten die Teilnehmerinnen die Düfte von Karamell und Zwiebel in durchschnittlich etwa 70 % der Darbietungen als Nahrung. Tabelle 5.1 stellt eine Zusammenfassung der untersuchten Haupt- und Interaktionseffekte mit den entsprechenden F-Werten, Freiheitsgraden und Signifikanzangaben dar.

Tabelle 5.1 Ergebnisse der ANOVAs zur Einschätzung der Düfte als Nahrung bzw. keine Nahrung

Reaktion	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
Nahrung	HE Gruppe	0.40	2	26	0.673	0.108
	HE Duft	25.75	2	52	0.000	1.000
	IA Gruppe x Duft	0.35	4	52	0.834	0.122
keine Nahrung	HE Gruppe	0.39	2	26	0.684	0.105
	HE Duft	25.35	2	52	0.000	1.000
	IA Gruppe x Duft	0.33	4	52	0.843	0.119

HE: Haupteffekt; IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Da sich in den beiden Varianzanalysen zur Reaktion „Nahrung“ und „keine Nahrung“ jeweils der Haupteffekt „Duft“ als signifikant erwies, wurden im Anschluss t-Tests berechnet, um die Duftunterschiede näher zu spezifizieren. Dabei zeigte sich erwartungsgemäß, dass der Rosen- oder Zwiebelgeruch signifikant häufiger als nicht nahrungsbezogen eingeschätzt wurde als der Karamell- oder Zwiebelgeruch ($p < 0.001$). Umgekehrt wurden letztere entsprechend häufiger mit Nahrung assoziiert und unterschieden sich dabei nicht signifikant voneinander ($p > 0.9$).

Tabelle 5.2 bietet eine Übersicht über die Mittelwerte und Standardabweichungen der jeweiligen Reaktionshäufigkeiten der drei Gruppen bei den drei Düften. Die Angaben sind Prozentwerte, die sich auf die Gesamtanzahl der Reize einer Duftkategorie ($N = 20$) beziehen. In Tabelle 5.3 sind die Parameter der durchgeführten Einzeltests zusammengestellt. Abbildung 2.1 stellt die beschriebenen Unterschiede graphisch dar.

Tabelle 5.2 Prozentuale Anzahl (Mittelwert und Standardabweichung) der Zuordnungen eines Duftes zur Klasse „Nahrung“ oder „keine Nahrung“ durch die drei Gruppen

Gruppe \ Duft	Reaktion Nahrung			Reaktion keine Nahrung		
	Rose	Karamell	Zwiebel	Rose	Karamell	Zwiebel
UE	5.84	64.59	63.34	92.92	33.75	35.42
	10.84	46.05	47.21	10.55	47.15	47.55
RE	6.67	71.11	82.22	92.22	26.67	17.22
	18.20	38.44	33.37	18.05	38.49	32.99
PE	11.88	73.75	61.25	86.88	26.25	38.75
	29.76	42.66	50.83	29.88	42.66	50.83
gesamt	7.76	69.14	68.62	91.04	29.49	30.69
	19.21	41.56	43.90	19.15	42.01	43.95

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten; alle Werte in %

Tabelle 5.3 Einzelvergleiche zwischen den drei Düften bezüglich der Zuordnung zu den Kategorien „Nahrung“ und „keine Nahrung“

Reaktion	Effekt	t	df	p
Nahrung	Rose < Karamell	-7.967	28	0.000
	Rose < Zwiebel	-6.794	28	0.000
	Karamell ⇔ Zwiebel	0.045	28	0.964
keine Nahrung	Rose > Karamell	8.026	28	0.000
	Rose > Zwiebel	6.683	28	0.000
	Karamell ⇔ Zwiebel	-0.105	28	0.917

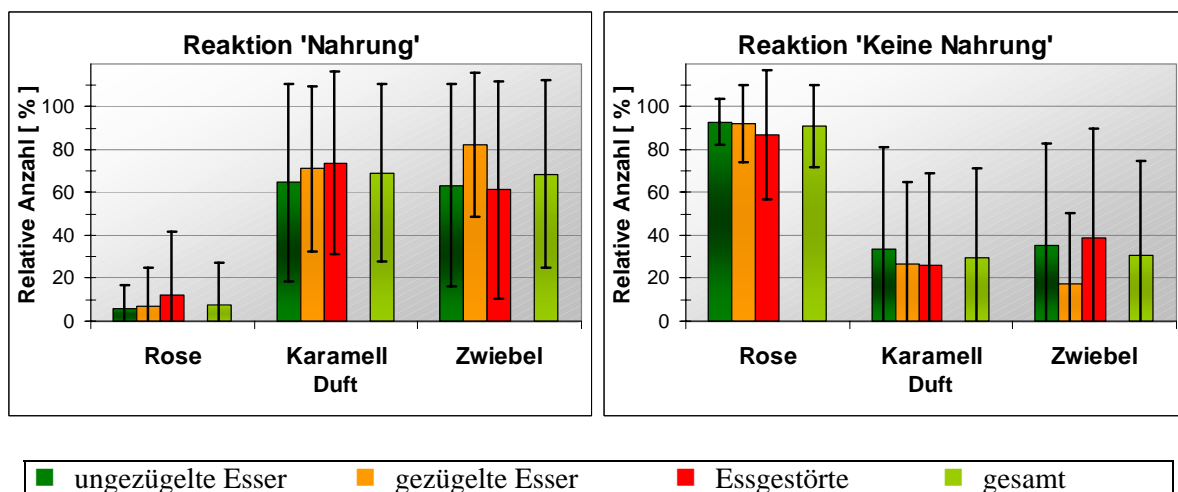


Abbildung 5.1 Zuordnung der Düfte „Rose“, „Karamell“ und „Zwiebel“ zu den Kategorien „Nahrung“ bzw. „keine Nahrung“

5.1.1.1.2 Visuelle Stimuluspräsentation

Für die Analyse der motorischen Reaktionen auf die präsentierten Bilder wurde dasselbe Vorgehen gewählt wie bei den olfaktorischen Stimuli. Auch hier wurden für die Reaktionsarten „Nahrung“ und „keine Nahrung“ getrennte Varianzanalysen für 29 Probandinnen mit dem *between*-Faktor „Gruppe“ und dem *within*-Faktor „Bild“ gerechnet. Bei einem signifikanten Ergebnis erfolgte die weitere Untersuchung von Einzelvergleichen wiederum über t-Tests. Die Anzahl fehlender Reaktionen lag für jede Bildkategorie unter 1 % und kann daher vernachlässigt werden. Alle Signifikanzangaben beziehen sich auf die Korrektur der Freiheitsgrade nach Huynh und Feldt (1976). Die Power ist für ein α -Niveau von 5 % angegeben.

Auch hier traten in den beiden Varianzanalysen zu den beiden Reaktionsarten erwartungsgemäß weder signifikante Haupteffekte des Faktors „Gruppe“ noch Interaktionen zwischen „Gruppe“ und „Bild“ auf. Der Haupteffekt „Bild“ wurde in beiden ANOVAs auf einem α -Niveau von 0.1 % signifikant. Durchschnittlich 99 % der Stimuli der Kategorie „Landschaft“ wurden als nicht nahrungsbezogene Reize klassifiziert, während es bei den Bildern der Kategorien „Herzhaft“ und „Süß“ im Mittel in 99 % der Fälle zur Beurteilung als Nahrungsreiz kam. Die Reize der Kategorie „Ekel“ wurden in 87 % der Darbietungen als nahrungsbezogene Stimuli betrachtet. In Tabelle 5.4 sind die Ergebnisse der in den Varianzanalysen untersuchten Effekte dargestellt.

Tabelle 5.4 Ergebnisse der ANOVAs zur Einschätzung der Bilder als Nahrung bzw. keine Nahrung

Reaktion	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
Nahrung	HE Gruppe	1.75	2	26	0.194	0.333
	HE Bild	764.87	3	78	0.000	1.000
	IA Gruppe x Bild	1.63	6	78	0.211	0.592
keine Nahrung	HE Gruppe	1.30	2	26	0.289	0.257
	HE Bild	802.23	3	78	0.000	1.000
	IA Gruppe x Bild	1.62	6	78	0.213	0.589

HE: Haupteffekt; IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Da sich auch hier jeweils nur der Haupteffekt der Reizkategorie als signifikant erwies, wurden die Reaktionen auf die einzelnen Bildklassen anschließend mittels t-Tests miteinander verglichen. Entsprechend der Vorauswahl wurden die Reize der Kategorien „Herzhaft“ und „Süß“ signifikant häufiger als Nahrungsstimuli bewertet als die Bilder der Kategorie „Landschaft“ ($p < 0.001$). Umgekehrt gilt entsprechend, dass die Landschaftsaufnahmen signifikant häufiger der Kategorie „keine Nahrung“ zugeschrieben wurden als die Bilder der anderen beiden Reizklassen ($p < 0.001$). Die Stimuli der Kategorie „Ekel“ wurden zwar seltener als Nahrung

klassifiziert als die Fotos von herzhaften oder süßen Speisen ($p \leq 0.001$), wurden aber dennoch signifikant häufiger mit Nahrung assoziiert als die Landschaftsaufnahmen ($p < 0.001$). Für die Reaktion „keine Nahrung“ ergab sich bzgl. der Kategorie „Ekel“ wiederum ein entsprechend komplementäres Bild. Tabelle 5.5 enthält die Mittelwerte und Standardabweichungen der entsprechenden Reaktionshäufigkeiten der drei Gruppen für jede der Bildkategorien und in Tabelle 5.6 findet sich eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Einzelvergleiche. Graphisch veranschaulicht werden die genannten Unterschiede in Abbildung 5.2.

Tabelle 5.5 Prozentuale Anzahl (Mittelwert und Standardabweichung) der Zuordnungen eines Bildes zur Klasse „Nahrung“ oder „keine Nahrung“ durch die drei Gruppen

Gruppe \ Bild	Reaktion Nahrung				Reaktion keine Nahrung			
	Land-schaft	Ekel	Herz-haft	Süß	Land-schaft	Ekel	Herz-haft	Süß
UE	0.61 2.01	84.85 17.15	99.39 2.01	99.39 2.01	99.39 2.01	15.15 17.15	0.00 0.00	0.00 0.00
RE	0.00 0.00	95.55 4.71	100.00 0.00	100.00 0.00	100.00 0.00	4.45 4.71	0.00 0.00	0.00 0.00
PE	0.74 2.22	80.00 26.67	99.26 2.22	99.26 2.22	97.78 3.33	18.52 25.55	0.74 2.22	0.74 2.22
gesamt	0.46 1.72	86.67 18.85	99.54 1.72	99.54 1.72	99.08 2.34	12.87 18.25	0.23 1.24	0.23 1.24

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten; alle Werte in %

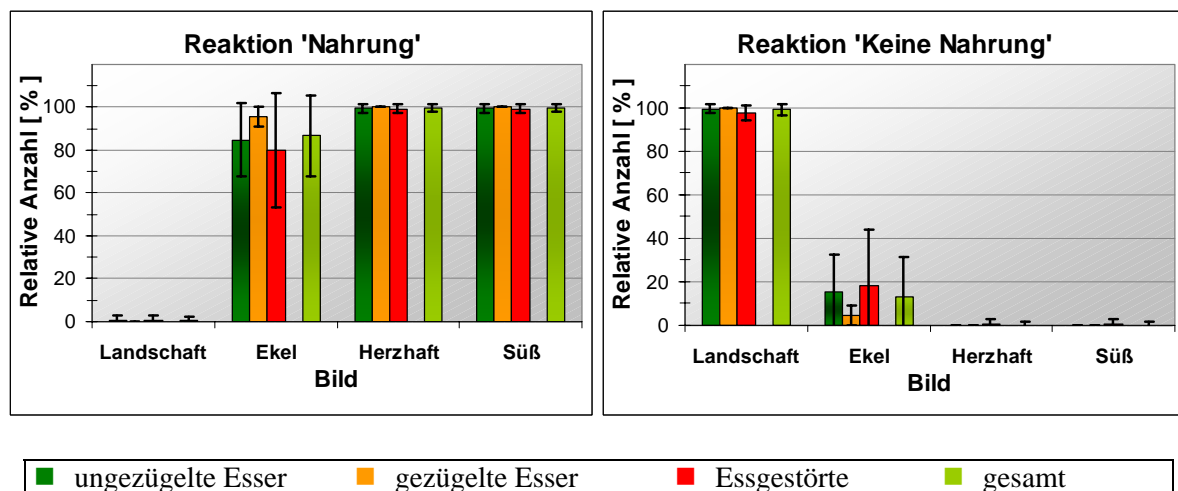


Abbildung 5.2 Zuordnung der Bildkategorien „Landschaft“, „Ekel“, „Herzhaft“ und „Süß“ zu den Kategorien „Nahrung“ bzw. „keine Nahrung“

Tabelle 5.6 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildklassen bezüglich der Zuordnung zu den Kategorien „Nahrung“ und „keine Nahrung“

Reaktion	Effekt	t	df	p
Nahrung	Landschaft < Ekel	-24.41	28	0.000
	Landschaft < Herzhaft	-228.1	28	0.000
	Landschaft < Süß	-228.1	28	0.000
	Ekel < Herzhaft	-3.711	28	0.001
	Ekel < Süß	-3.694	28	0.001
	Herzhaft ⇔ Süß	0.000	28	1.000
keine Nahrung	Landschaft > Ekel	24.304	28	0.000
	Landschaft > Herzhaft	207.71	28	0.000
	Landschaft > Süß	207.71	28	0.000
	Ekel > Herzhaft	3.815	28	0.001
	Ekel > Süß	3.796	28	0.001
	Herzhaft ⇔ Süß	0.000	28	1.000

5.1.1.2 Subjektive Bewertung der Reize

Im Rahmen der Methodenkontrolle wurde bei der Analyse der subjektiven Bewertungen der Reize untersucht, ob die Einschätzungen der Stimuli hinsichtlich der in Abschnitt 4.2.2.1.1 und in Abschnitt 4.2.2.2.1 beschriebenen Dimensionen der Vorauswahl entsprechen. Es werden in diesem Abschnitt somit alle Ergebnisse dargestellt, die sich auf Unterschiede in der Bewertung der einzelnen Düfte oder Bildklassen beziehen. Bei vorhandenen Interaktionen zwischen den Gruppen und einzelnen Reizkategorien wird eine Aufteilung der Interaktionen dahingehend vorgenommen, dass die Reizunterscheide getrennt für die drei Gruppen untersucht werden. Die hypothesenbezogene Auswertung der Gruppenunterschiede und der Interaktionen zwischen den Gruppen und einzelnen Reizkategorien wird separat in Abschnitt 5.1.2 behandelt.

5.1.1.2.1 Olfaktorische Stimuluspräsentation

Die statistische Analyse der Beurteilungen von „Intensität“, „Valenz positiv“ und „Valenz negativ“ erfolgte jeweils für 30 Probandinnen mit einer ANOVA mit den Faktoren „Gruppe“ und „Duft“, wobei der zweite Faktor als Messwiederholungsfaktor einging. Das Signifikanzniveau ergibt sich nach der in den vorausgehenden Analysen bereits angewandten Methode der Korrektur der Freiheitsgrade (Huynh & Feldt, 1976). Die Angaben zur Power beziehen sich auf ein α -Niveau von 5 %.

Der Haupteffekt „Duft“ wurde für alle drei Dimensionen auf einem α -Niveau von 0.1 % signifikant. Der Zwiebelgeruch erhielt auf einer Skala von 0 bis 100 zur Beurteilung der Intensität (vgl. Abschnitt 4.2.2.3.6) im Mittel etwa den Wert 67, während die Düfte von Rose und Karamell mit den Werten 52 bzw. 46 etwas darunter lagen. Bei der Einschätzung der positiven Valenz erlangten diese beiden Düfte annähernd gleiche Mittelwerte von 62 bzw. 64, während sich bei der Beurteilung des Zwiebelduftes ein deutlich geringerer Wert von 15 ergab. Entsprechend umgekehrt verhielt es sich mit der Bewertung der negativen Valenz, bei der ein mittlerer Wert von 74 für den Zwiebelgeruch den Werten 21 und 10 für Rosen- und Karamellgeruch gegenüberstand. Tabelle 5.7 stellt eine Zusammenfassung der Mittelwerte und Standardabweichungen der subjektiven Einschätzungen der drei Dimensionen durch die drei Gruppen dar. Tabelle 5.8 liefert einen Überblick über die Parameter der durchgeführten Varianzanalysen.

Tabelle 5.7 Mittelwerte und Standardabweichungen der drei Gruppen bei der Einschätzung von „Intensität“, „Valenz positiv“ und „Valenz negativ“ der drei Düfte

Duft Gruppe	Intensität			Valenz positiv			Valenz negativ		
	Rose	Karamell	Zwiebel	Rose	Karamell	Zwiebel	Rose	Karamell	Zwiebel
UE (N=13)	55.15 20.49	46.54 13.58	67.39 16.89	66.85 20.10	62.23 14.56	16.77 21.22	16.23 18.25	15.69 18.81	73.54 26.45
RE (N=9)	55.44 25.55	43.33 12.81	65.56 17.55	62.89 28.66	62.89 17.94	17.33 22.50	18.78 26.21	7.78 16.48	73.33 25.66
PE (N=8)	41.13 18.88	49.38 18.35	68.88 27.44	52.50 16.55	67.25 28.82	10.25 12.90	29.75 20.80	3.38 6.16	77.88 20.07
gesamt (N=30)	51.50 21.92	46.33 14.43	67.23 19.66	61.83 22.26	63.77 19.54	15.20 19.38	20.60 21.55	10.03 16.08	74.63 23.92

UE: ungezügelte Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten

Tabelle 5.8 Ergebnisse der ANOVAs zur Beurteilung der Intensität sowie der positiven und negativen Valenz der Düfte „Rose“, „Karamell“ und „Zwiebel“

Dimension	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
Intensität	HE Gruppe	0.13	2	27	0.881	0.068
	HE Duft	14.53	2	54	0.000	0.998
	IA Gruppe x Duft	1.26	4	54	0.295	0.369
Valenz positiv	HE Gruppe	0.65	2	27	0.528	0.148
	HE Duft	45.63	2	54	0.000	1.000
	IA Gruppe x Duft	0.52	4	54	0.720	0.166

Tabelle 5.8 Fortsetzung

Dimension	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
Valenz negativ	HE Gruppe	0.24	2	27	0.790	0.084
	HE Duft	73.83	2	54	0.000	1.000
	IA Gruppe x Duft	0.89	4	54	0.468	0.265

HE: Haupteffekt; IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Bei der Untersuchung von Einzelvergleichen mittels t-Tests ergaben sich folgende Unterschiede zwischen den Düften: Hinsichtlich der Intensität wurde der Zwiebelgeruch als signifikant stärker eingeschätzt als die anderen beiden Düfte ($p < 0.001$), deren Intensitätsbeurteilung sich statistisch nicht voneinander unterschied ($p > 0.2$). Somit konnte das Ziel einer subjektiven Intensitätsangleichung aller drei Düfte nicht vollständig erreicht werden. Ein der Vorauswahl der Düfte (vgl. Abschnitt 4.2.2.1.1) entsprechendes Resultat ergab sich für die Bewertung der positiven Valenz, die bei dem Zwiebelgeruch wesentlich geringer beurteilt wurde als bei den Düften von Karamell und Rose ($p < 0.001$). Letztere erhielten wiederum vergleichbare Ratings ($p > 0.7$). Das Ergebnis zur Einschätzung der negativen Valenz war erwartungsgemäß komplementär. Der Zwiebelgeruch erreichte hier hohe Werte gegenüber Rose bzw. Karamell ($p < 0.001$). Allerdings unterschieden sich auch diese beiden Düfte dahingehend signifikant voneinander, dass der Rosengeruch als negativer wahrgenommen wurde als der Karamellgeruch ($p < 0.05$). Tabelle 5.9 stellt eine Übersicht der durchgeführten Einzelvergleiche dar. In Abbildung 5.3 werden die beschriebenen Unterschiede graphisch veranschaulicht.

Tabelle 5.9 Einzelvergleiche zwischen den drei Düften bezüglich der subjektiven Einschätzung von „Intensität“, „Valenz positiv“ und „Valenz“ negativ“

Dimension	Effekt	t	df	p
Intensität	Rose < Zwiebel	3.552	29	0.001
	Karamell < Zwiebel	-6.379	29	0.000
	Rose ⇔ Karamell	-1.193	29	0.243
Valenz positiv	Rose > Zwiebel	-7.678	29	0.000
	Karamell > Zwiebel	9.641	29	0.000
	Karamell ⇔ Rose	0.351	29	0.728
Valenz negativ	Rose < Zwiebel	8.122	29	0.000
	Karamell < Zwiebel	-12.30	29	0.000
	Karamell < Rose	-2.206	29	0.035

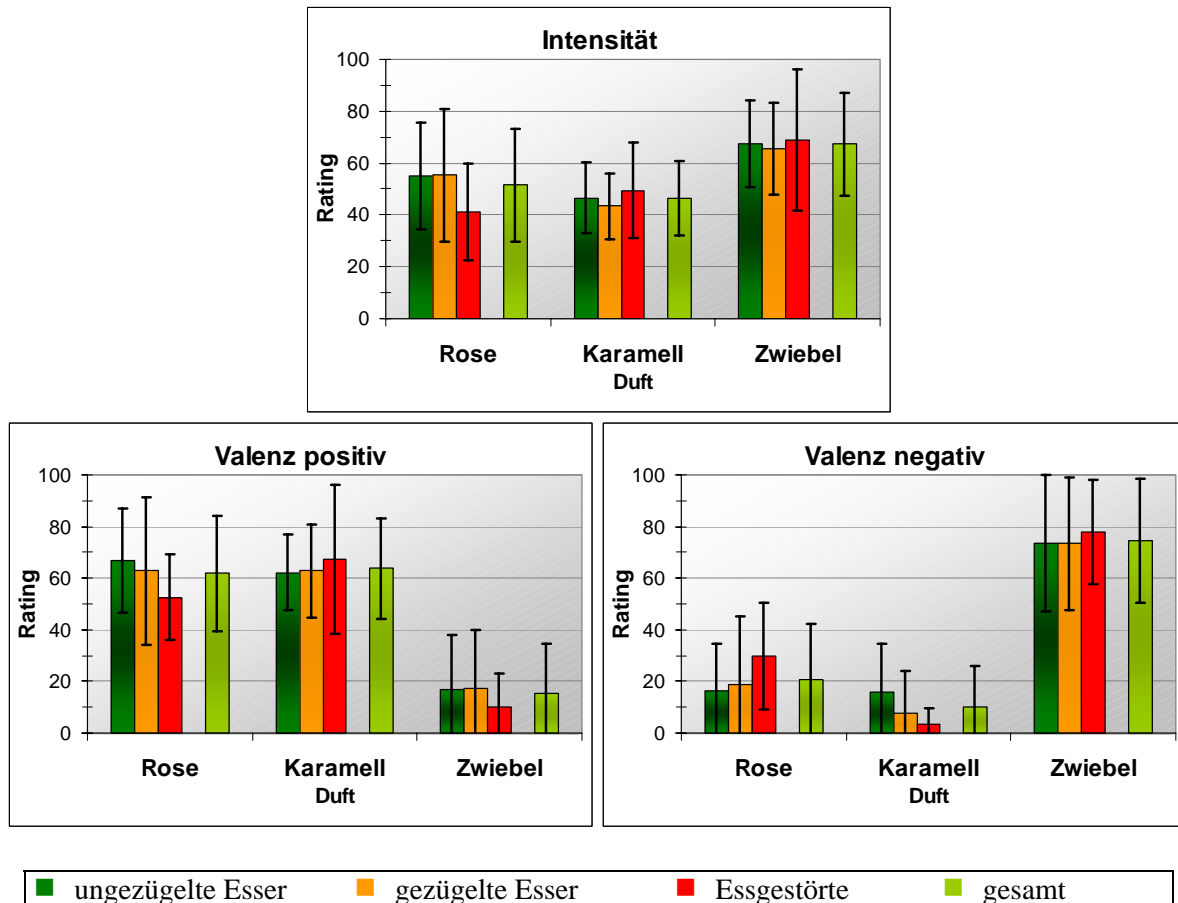


Abbildung 5.3 Subjektive Beurteilung der Intensität sowie der positiven und negativen Valenz des Rosen-, Karamell- und Zwiebelgeruchs durch die drei Gruppen

5.1.1.2.2 Visuelle Stimuluspräsentation

Die Auswertung der subjektiven Einschätzungen der drei SAM-Dimensionen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ der visuellen Stimuli erfolgte analog zu der Auswertung der Duftbeurteilungen. In den Varianzanalysen mit den Faktoren „Gruppe“ (*between*) und „Bildkategorie“ (*within*) ergaben sich für „Valenz“ und „Arousal“ signifikante Effekte der Bildkategorie (Valenz: $p < 0.001$; Arousal: $p < 0.01$). Außerdem wurde bei diesen Dimensionen auch die Interaktion „Gruppe x Bild“ signifikant (Valenz: $p < 0.001$; Arousal: $p < 0.05$), so dass im Anschluss mittels geschachtelter Vergleiche überprüft wurde, ob die Unterschiede zwischen den einzelnen Bildklassen in jeder Gruppe auftreten. Hier zeigte sich, dass der Haupteffekt „Bildkategorie“ für die Einschätzung der Valenz in jeder der drei Gruppen signifikant wurde ($p < 0.001$ für UE und RE; $p \leq 0.05$ für PE), während er bei der Einschätzung des Arousal nur für die Gruppen der ungezügelten und gezügelten Esser statistisch bedeutsam wurde ($p < 0.01$ für UE; $p < 0.05$ für RE). Die F- und p-Werte sowie die dazugehörigen Freiheitsgrade der Varianzanalysen sind Tabelle 5.10 zu entnehmen. Tabelle 5.11 enthält die entsprechenden Ergebnisse zu den bedingten Wechselwirkungen.

Tabelle 5.10 Ergebnisse der ANOVAs zur Beurteilung der SAM-Dimensionen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ bei den Bildklassen „Landschaft“, „Ekel“, „Herzhaft“ und „Süß“

Dimension	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
Valenz	HE Gruppe	1.71	2	27	0.200	0.327
	HE Bild	94.12	3	81	0.000	1.000
	IA Gruppe x Bild	4.82	6	81	0.000	0.986
Arousal	HE Gruppe	0.21	2	27	0.811	0.080
	HE Bild	5.46	3	81	0.004	0.928
	IA Gruppe x Bild	2.82	6	81	0.023	0.861
Dominanz	HE Gruppe	0.29	2	27	0.753	0.091
	HE Bild	1.01	3	81	0.386	0.265
	IA Gruppe x Bild	4.51	6	81	0.001	0.980

HE: Haupteffekt; IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.11 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ bei den Dimensionen „Valenz“ und „Arousal“: Haupteffekt „Bild“ getrennt für die drei Gruppen

Dimension	Effekt	in Gruppe	F	df ₁	df ₂	p	Power
Valenz	HE Bild	UE	19.87	3	87	0.000	1.000
		RE	11.59	3	87	0.000	0.999
		PE	3.57	3	87	0.050	0.772
Arousal	HE Bild	UE	5.14	3	87	0.005	0.912
		RE	3.73	3	87	0.018	0.792
		PE	1.15	3	87	0.328	0.300

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten;
HE: Haupteffekt; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Im folgenden sind jeweils alle durchgeführten Einzelvergleiche für jede Beurteilungsdimension getrennt dargestellt. Dabei werden immer zuerst die allgemeinen Unterschiede zwischen den einzelnen Bildklassen berichtet, um den Haupteffekt „Bild“ in der vorangegangenen Varianzanalyse näher zu spezifizieren. Anschließend werden die gruppenspezifischen Unterschiede zwischen den Reizen aufgeführt.

Valenz

Die Untersuchung der Einzelvergleiche auf der Dimension „Valenz“ (Skalierung von 1 bis 9) bestätigen größtenteils die durch die Vorauswahl der Reize bedingten Unterschiede zwischen den Stimulusklassen: Die Bilder der Kategorie „Landschaft“ wurden erwartungsgemäß mit einem mittleren Wert von 7 als deutlich positiver bewertet als die Bilder der Kategorie „Ekel“, die im Gesamtmittel den Wert 3.3 erreichten ($p < 0.001$). Zwischen den beiden Nahrungskategorien „Herzhaft“ und „Süß“, die mit mittleren Einschätzungen von 6.5 und 6.4 wie erwartet signifikant über dem Rating für „Ekel“ lagen ($p < 0.001$), fand sich kein signifikanter Unterschied ($p > 0.6$). Gleichzeitig lagen die Bewertungen der Nahrungskategorien aber im Gegensatz zu den Ergebnissen der Vorauswahl (vgl. Abschnitt 4.2.2.2.2) etwas unterhalb des Wertes der Landschaftsbilder ($p < 0.05$ für beide Vergleiche). Die Ergebnisse der Einzelvergleiche sind in Tabelle 5.12 zusammengefasst.

Tabelle 5.12 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildkategorien zur subjektiven Beurteilung der SAM-Dimension „Valenz“

Effekt	t	df	p
Landschaft > Ekel	15.240	29	0.000
Landschaft > Herzhaft	2.277	29	0.030
Landschaft > Süß	2.217	29	0.035
Herzhaft > Ekel	-11.391	29	0.000
Süß > Ekel	-8.731	29	0.000
Herzhaft ⇔ Süß	0.489	29	0.629

Diese Ergebnisse haben allerdings nur eingeschränkte Gültigkeit, da aufgrund der Interaktion des Faktors „Gruppe“ mit dem Faktor „Bild“ nicht davon ausgegangen werden kann, dass sie für alle Gruppen gleichermaßen zutreffen. Eine differenziertere Betrachtungsweise ergab sich, indem Einzelvergleiche zwischen den vier Bildkategorien getrennt für die drei Gruppen berechnet wurden. Dabei bestätigte sich in allen Gruppen eine höhere Valenzbeurteilung der Bildkategorien „Landschaft“ und „Herzhaft“ gegenüber der Reizklasse „Ekel“. Die Unterschiede zwischen den Klassen „Süß“ und „Ekel“ wurden allerdings nur für die Gruppen der ungezügelten und der gezügelten Esser signifikant. Während in diesen beiden Gruppen allerdings kein Unterschied zwischen den beiden Nahrungskategorien bestand, schätzten die essgestörten Patienten die herzhaften Bilder als tendenziell positiver ein als die süßen. Die positivere Beurteilung der Landschaftsaufnahmen gegenüber den herzhaften Bildern fand sich ausschließlich bei den ungezügelten Essern, während nur in der Gruppe der essgestörten Patientinnen die Landschaftsbilder höhere Valenz-Ratings erhielten als die süßen Nahrungs-

bilder. In Tabelle 5.13 sind die Ergebnisse der für jede Gruppe einzeln berechneten t-Tests zusammengefasst. Abbildung 5.4 stellt die beschriebenen Effekte graphisch dar.

Tabelle 5.13 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildkategorien zur subjektiven Beurteilung der SAM-Dimension „Valenz“ getrennt für die drei Gruppen

Gruppe	Effekt	t	df	p
UE	Landschaft > Ekel	16.402	11	0.000
	Landschaft > Herzhaft	1.818	11	0.096
	Landschaft ⇔ Süß	0.493	11	0.631
	Herzhaft > Ekel	-14.872	11	0.000
	Süß > Ekel	-12.867	11	0.000
	Herzhaft ⇔ Süß	-0.888	11	0.394
RE	Landschaft > Ekel	6.876	8	0.000
	Landschaft ⇔ Herzhaft	0.790	8	0.452
	Landschaft ⇔ Süß	0.841	8	0.425
	Herzhaft > Ekel	-6.754	8	0.000
	Süß > Ekel	-8.079	8	0.000
	Herzhaft ⇔ Süß	-0.590	8	0.571
PE	Landschaft > Ekel	8.557	8	0.000
	Landschaft ⇔ Herzhaft	1.619	8	0.144
	Landschaft > Süß	2.294	8	0.051
	Herzhaft > Ekel	-3.833	8	0.005
	Süß ⇔ Ekel	-1.736	8	0.121
	Herzhaft > Süß	1.975	8	0.084

UE: ungezügelte Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten

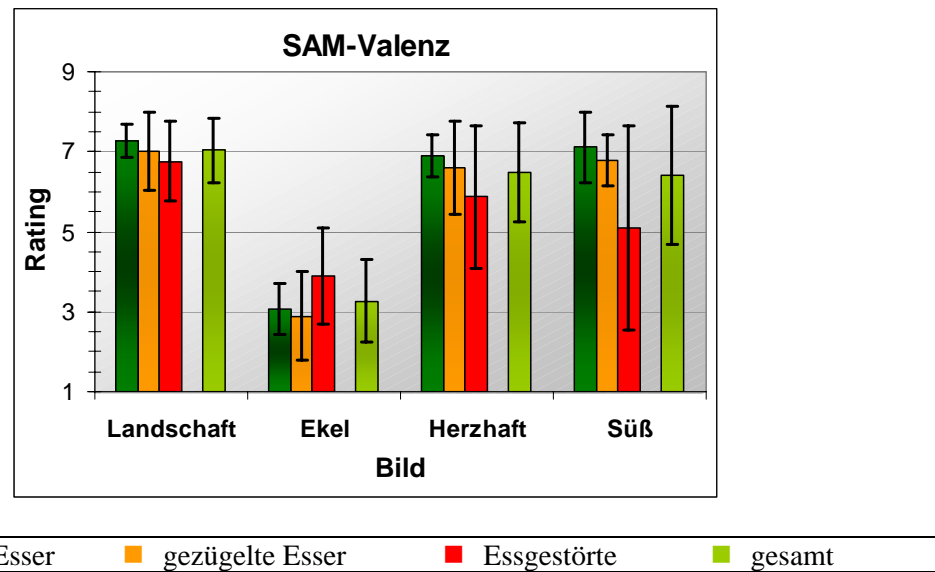


Abbildung 5.4 Subjektive Beurteilung der Valenz der vier Bildkategorien durch die drei Gruppen

Arousal

Die Unterschiede, die sich bezüglich des Arousals zwischen den einzelnen Bildkategorien ergaben, waren unerwartet, da sich aufgrund der in Abschnitt 4.2.2.2 beschriebenen Vorauswahl die Einschätzungen aller Bilder in einem ähnlichen mittleren Bereich bewegen sollten. Es zeigte sich jedoch, dass die Bewertung der Kategorie „Landschaft“ mit einem mittleren Wert von 5.5 signifikant höher ausfiel als die Beurteilungen bei den Kategorien „Ekel“ ($M = 4.4$; $p < 0.01$), „Herzhaft“ ($M = 4.8$; $p < 0.01$) und „Süß“ ($M = 5$; $p < 0.1$). Die letzten drei genannten Kategorien unterschieden sich jedoch erwartungsgemäß nicht signifikant voneinander ($p > 0.1$ für alle Vergleiche). Tabelle 5.14 enthält die relevanten Parameter der durchgeführten Einzelvergleiche.

Tabelle 5.14 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildkategorien zur subjektiven Beurteilung der SAM-Dimension „Arousal“

Effekt	t	df	p
Landschaft > Ekel	3.166	29	0.004
Landschaft > Herzhaft	3.045	29	0.005
Landschaft > Süß	1.928	29	0.064
Herzhaft ⇔ Ekel	-1.127	29	0.269
Süß ⇔ Ekel	-1.696	29	0.101
Herzhaft ⇔ Süß	-1.471	29	0.152

Bei den Einzelvergleichen zwischen den vier Bildkategorien, die getrennt für die beiden Gruppen der gezügelten und ungezügelten Esser durchgeführt wurden, bestätigen sich die zuvor genannten Ergebnisse bis auf eine Ausnahme: Die gezügelten Esser gaben für Bilder der Kategorie „Landschaft“ keine höheren Arousal-Werte an als bei den Bildern der Kategorie „Herzhaft“. Tabelle 5.15 fasst die Ergebnisse der Einzelvergleiche zwischen den Bildkategorien für diese beiden Gruppen zusammen. Wie aus Tabelle 5.11 hervorgeht, wurde der Haupteffekt „Bild“ in der Gruppe der essgestörten Patienten nicht signifikant. Dieses Ergebnis entspricht somit exakt der aus der Vorauswahl resultierenden Annahme, dass das Arousal für alle Bildkategorien gleichermaßen beurteilt wird. In Abbildung 5.5 sind die mittleren Einschätzungen für jede Bildkategorie getrennt für alle Gruppen dargestellt.

Tabelle 5.15 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildkategorien zur subjektiven Beurteilung der SAM-Dimension „Arousal“ getrennt für die beiden Gruppen „UE“ und „RE“

Gruppe	Effekt	t	df	p
UE	Landschaft > Ekel	2.987	11	0.012
	Landschaft > Herzhaft	5.189	11	0.000
	Landschaft > Süß	3.990	11	0.002
	Herzhaft ⇔ Ekel	-0.306	11	0.765
	Süß ⇔ Ekel	-0.219	11	0.831
	Herzhaft ⇔ Süß	0.150	11	0.884
RE	Landschaft > Ekel	2.977	8	0.018
	Landschaft ⇔ Herzhaft	1.613	8	0.145
	Landschaft > Süß	2.464	8	0.039
	Herzhaft ⇔ Ekel	-1.408	8	0.197
	Süß ⇔ Ekel	-1.539	8	0.162
	Herzhaft ⇔ Süß	0.111	8	0.914

UE: ungezügelte Esser; RE: gezügelte Esser

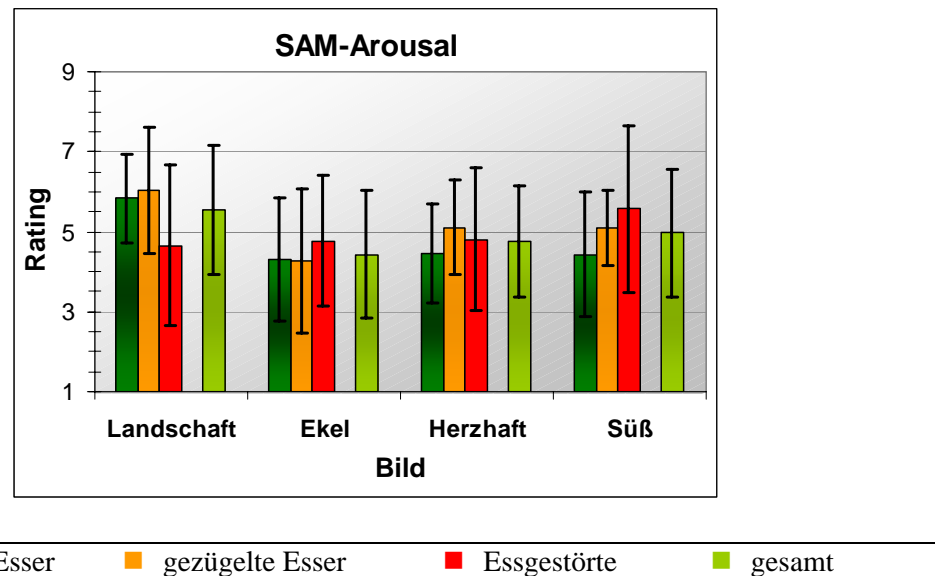


Abbildung 5.5 Subjektive Beurteilung des Arousal der vier Bildkategorien durch die drei Gruppen

Dominanz

Auch für diese Dimension wurden anhand der Vorauswahl des Stimulusmaterials keine Unterschiede zwischen einzelnen Bildklassen erwartet. Wie aus Tabelle 5.10 hervorgeht, bestätigte sich diese Erwartung in der hierzu durchgeführten Varianzanalyse, d.h. es ergab sich kein signifikanter Haupteffekt für die Bildkategorie. In Abbildung 5.6 sind die Dominanz einschätzungen für jede der vier Bildkategorien getrennt für alle drei Gruppen graphisch dargestellt. Die signifikante Interaktion „Gruppe x Bild“ wird im nachfolgenden Abschnitt 5.1.2.2.3 zur hypothesenbezogenen Auswertung behandelt.

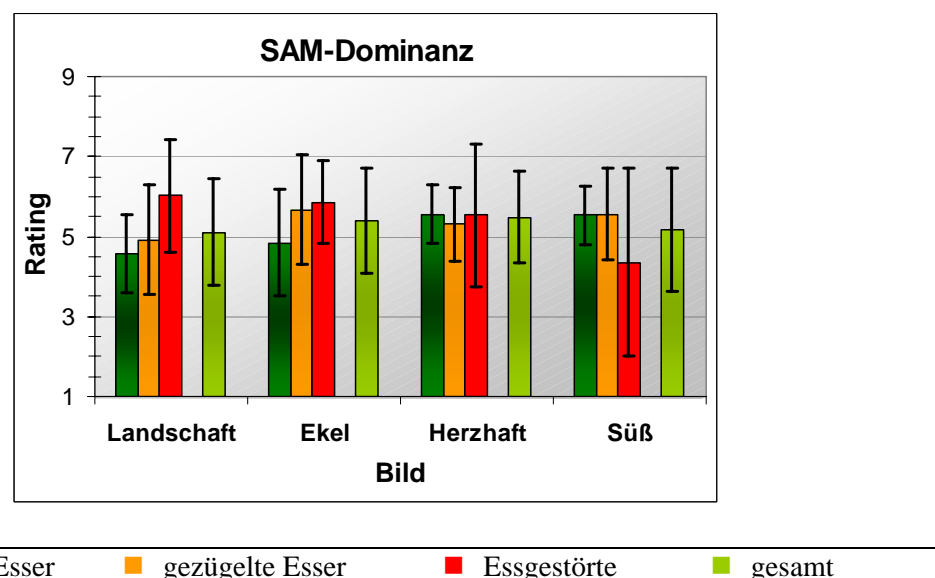


Abbildung 5.6 Subjektive Beurteilung der Dominanz der vier Bildkategorien durch die drei Gruppen

5.1.2 Hypothesenbezogene Auswertung

Bei den in Abschnitt 5.1.1.2 durchgeführten Varianzanalysen zur subjektiven Bewertung der olfaktorischen und visuellen Reize kam es zu keinen signifikanten Haupteffekten des Faktors „Gruppe“. Dies unterstützt die Erwartung, dass es sich bei den festgestellten Interaktionseffekten zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Reizkategorie“ um duft- bzw. bildspezifische Einflüsse handelt. Die hierzu in Abschnitt 3.2 formulierten spezifischen Hypothesen, die sich auf Unterschiede zwischen den Gruppen bei einzelnen Reizkategorien beziehen, sollen in diesem Abschnitt näher untersucht werden. Dazu wird bei Vorliegen einer signifikanten Interaktion anhand geschachtelter Vergleiche überprüft, in welchen Reizkategorien signifikante Gruppenunterschiede auftreten. Durch Einzelvergleiche mittels t-Tests werden diese in einem letzten Schritt näher spezifiziert.

5.1.2.1 Olfaktorische Stimuluspräsentation

In den beiden Varianzanalysen zu den subjektiven Bewertungen der Düfte hinsichtlich der Dimensionen „Valenz positiv“ und „Valenz negativ“ kam es zu keiner signifikanten Interaktion der beiden Faktoren „Gruppe“ und „Duft“ (vgl. Tabelle 5.8). Damit kann **Hypothese 1**, in der angenommen wird, dass die essgestörten Patientinnen den Karamellgeruch als negativer beurteilen als die ungezügelter Esserinnen, nicht bestätigt werden.

Auch **Hypothese 2a**, die besagt, dass die Intensität des Karamellgeruchs von den Gruppen unterschiedlich eingeschätzt wird, lässt sich durch die gewonnenen Daten nicht unterstützen. In der entsprechenden Varianzanalyse (vgl. Tabelle 5.8) wurde die Interaktion „Gruppe x Duft“ nicht signifikant.

5.1.2.2 Visuelle Stimuluspräsentation

Bei der varianzanalytischen Untersuchung der subjektiven Einschätzung der drei SAM-Skalen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ zeigte sich jeweils eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ (vgl. Tabelle 5.10), die im folgenden getrennt für jede Dimension näher betrachtet werden soll. Tabelle 5.16 fasst die Mittelwerte und Standardabweichungen der subjektiven Einschätzungen aller drei Dimensionen für jede Bildkategorie und Gruppe zusammen.

Tabelle 5.16 Mittelwerte und Standardabweichungen der drei Gruppen bei der Einschätzung der SAM-Skalen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ für die vier Bildkategorien

Bild Gruppe	Valenz				Arousal				Dominanz			
	Land- schaft	Ekel	Herz- haft	Süß	Land- schaft	Ekel	Herz- haft	Süß	Land- schaft	Ekel	Herz- haft	Süß
UE (N=12)	7.27 0.42	3.06 0.64	6.89 0.53	7.11 0.89	5.83 1.10	4.31 1.55	4.46 1.25	4.43 1.56	4.57 0.99	4.84 1.33	5.56 0.73	5.53 0.74
RE (N=9)	7.02 0.97	2.90 1.11	6.59 1.16	6.78 0.63	6.03 1.58	4.26 1.80	5.11 1.19	5.08 0.94	4.92 1.36	5.67 1.36	5.31 0.91	5.55 1.14
PE (N=9)	6.76 1.00	3.90 1.20	5.87 1.78	5.09 2.55	4.65 2.02	4.77 1.62	4.81 1.77	5.57 2.07	6.02 1.41	5.90 1.04	5.53 1.77	4.36 2.34
gesamt (N=30)	7.04 0.81	3.26 1.04	6.50 1.24	6.40 1.73	5.54 1.62	4.43 1.61	4.76 1.39	4.97 1.61	5.11 1.35	5.40 1.30	5.47 1.15	5.18 1.54

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten

5.1.2.2.1 Valenz

Statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den Gruppen ergaben sich jeweils für die Bildkategorien „Ekel“ ($p < 0.1$) und „Süß“ ($p < 0.05$). Tabelle 5.17 enthält die F- und p-Werte sowie die dazugehörigen Freiheitsgrade der in die einzelnen Bildklassen aufgeteilten Interaktion.

Tabelle 5.17 Ergebnisse der Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ bei der Dimension „Valenz“: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Bildkategorien

Effekt	in Bild- klasse	F	df ₁	df ₂	p	Power
HE Gruppe	Landschaft	1.01	2	27	0.376	0.208
	Ekel	2.83	2	27	0.077	0.509
	Herzhaft	1.92	2	27	0.166	0.363
	Süß	4.82	2	27	0.016	0.751

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten

Einzelvergleiche, die mit Hilfe von t-Test zwischen den Gruppen durchgeführt wurden, lieferten für die Bilder der Kategorie „Süß“ signifikante Ergebnisse: Diese Stimuli erhielten in der Gruppe der ungezügelter Esser mit einem mittleren Wert von 7.1 eine positivere Bewertung als in der Gruppe der essgestörten Patienten, deren Wert bei 5.1 lag ($p < 0.05$). Bei einem Vergleich der gezügelten Esser mit den Patienten ergab sich ein ähnliches Resultat, da sich auch die Einschätzung der gezügelten Essern mit einem Mittelwert von 6.8 noch auf einem α -Niveau von 10 % signifikant von der Beurteilung der Patienten unterschied.

Bei den Bildern der Reizklasse „Ekel“ ergab sich ein genau umgekehrter Effekt, der nicht erwartet worden war: Hier schätzten die essgestörten Patienten die Valenz der Stimuli mit einem durchschnittlichen Wert von 3.9 signifikant höher ein als die ungezügelter Esser, deren mittleres Rating den Wert 3.1 erreichte ($p < 0.05$). Wiederum ergab sich für den Vergleich zwischen den Patienten und den gezügelter Essern ($M = 2.9$) ein ähnliches Ergebnis mit einem Signifikanzniveau von 10 %. In Tabelle 5.18 sind die Resultate der Einzelvergleiche zusammengestellt. Sie werden in Abbildung 5.7 graphisch veranschaulicht.

Diese Befunde liefern eine teilweise Bestätigung für **Hypothese 1**, in der angenommen wird, dass ungezügelter Esser im Vergleich zu essgestörten Patientinnen nur angenehme Nahrungsreize positiver beurteilen.

Tabelle 5.18 Einzelvergleiche zu Gruppenunterschieden hinsichtlich der subjektiven Bewertung der SAM-Dimension „Valenz“ der Bildkategorien „Süß“ und „Ekel“

Dimension	Bild-kategorie	Effekt	t	df	p
Valenz	Süß	PE < UE	2.275	19	0.048
		PE < RE	1.932	16	0.085
	Ekel	PE > UE	-2.098	19	0.049
		PE > RE	-1.851	16	0.083

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelter Esser; PE: essgestörte Patienten

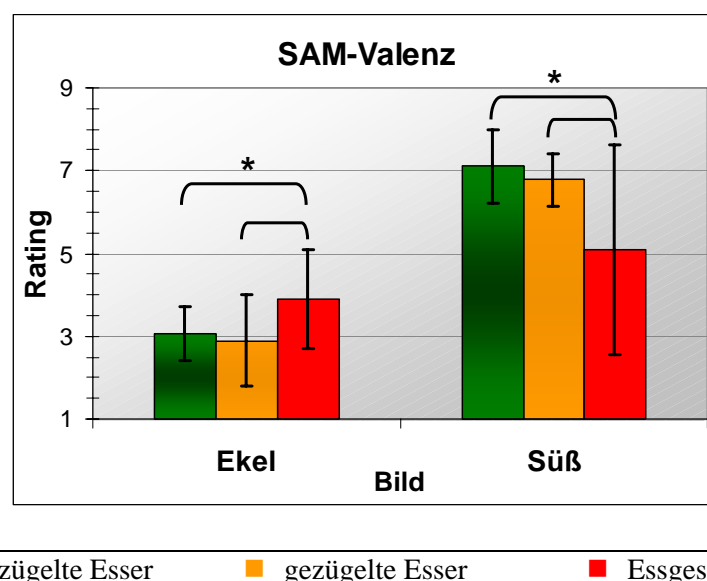


Abbildung 5.7 Subjektive Beurteilung der Valenz der Bildkategorien „Ekel“ und „Süß“ durch die drei Gruppen

5.1.2.2.2 Arousal

Laut **Hypothese 2b** sollte es bei angenehmen Nahrungsreizen zu niedrigeren Werten in der Einschätzung des Arousal bei den ungezügelter Essern gegenüber den essgestörten Patienten kommen. Da sich jedoch in der Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ bei keiner der Bildkategorien signifikante Gruppenunterschiede fanden, kann diese Hypothese nicht bestätigt werden.

5.1.2.2.3 Dominanz

Entgegen der **Hypothese 3**, bei der angenommen wird, dass ungezügelter Esser nur bei der Dominanzbeurteilung angenehmer Nahrungsreize höhere Werte angeben als Essgestörte, lieferte die Unterteilung der Interaktion „Gruppe x Bild“ in die einzelnen Bildkategorien für die Bilder der Kontroll-Kategorie „Landschaft“ einen signifikanten Gruppenunterschied ($p < 0.05$). In den Einzelvergleichen (siehe Tabelle 5.19 sowie Abbildung 5.8) stellte sich heraus, dass die Patienten ihr Dominanzempfinden mit einem durchschnittlichen Wert von 6 signifikant ($p < 0.05$) höher einschätzten als die ungezügelter Esser ($M = 4.6$).

Tabelle 5.19 Gruppenunterschiede hinsichtlich der subjektiven Bewertung der SAM-Dimension „Dominanz“ bei der Bildkategorie „Landschaft“

Dimension	Bild-kategorie	Effekt	t	df	p
Dominanz	Landschaft	PE > UE	-2.795	19	0.012
		PE \leftrightarrow RE	-1.694	16	0.110

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelter Esser; PE: essgestörte Patienten

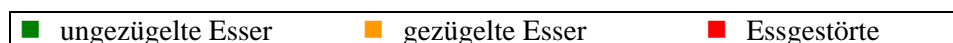
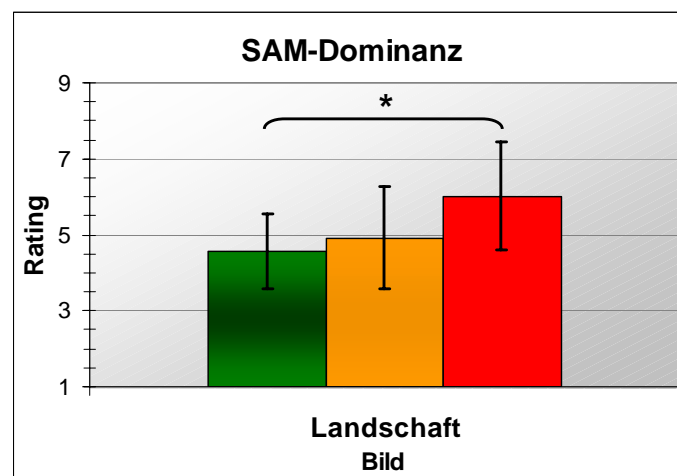


Abbildung 5.8 Subjektive Beurteilung der Dominanz der Bildkategorie „Landschaft“ durch die drei Gruppen

5.1.2.3 Zusammenfassung der hypothesenbezogenen Auswertung

Die Untersuchung der subjektiven Bewertung der olfaktorischen Reize auf den Dimensionen „Valenz positiv“, „Valenz negativ“ und „Intensität“ erbrachte keine signifikanten Resultate. Entgegen den Erwartungen zeigten sich für den Karamellgeruch keine unterschiedlichen Bewertungen der Valenz und der Intensität bei den drei Gruppen. Somit können die **Hypothesen 1** und **2a** nicht bestätigt werden.

Bei der Beurteilung der visuellen Stimuli ergab sich für die Dimension „Valenz“ ein mit **Hypothese 1** übereinstimmendes Ergebnis. Die Reize der Bildkategorie „Süß“ erhielten in der Gruppe der essgestörten Patientinnen einen negativeren mittleren Valenzwert als in den anderen beiden Gruppen. Allerdings ergab sich auch für die Bilder der Kategorie „Ekel“ ein statistisch bedeutsamer Gruppenunterschied dergestalt, dass diese Stimuli von den Patientinnen positiver eingeschätzt wurden als von den anderen beiden Gruppen. Dieser Effekt entspricht nicht der zweiten Zusatzannahme, die davon ausgeht, dass es bei unangenehmen Nahrungsreizen und nicht nahrungsbezogenen Stimuli zu keinerlei Gruppenunterschieden kommt.

Da sich bei der Einschätzung des Arousals keinerlei signifikante Gruppenunterschiede zeigten, kann **Hypothese 2b** nicht bestätigt werden.

Beim Dominanz-Rating ergab sich nur für die Kategorie „Landschaft“ ein signifikantes Resultat. Die essgestörten Patientinnen schätzten ihr Dominanzempfinden bei dieser Reizklasse höher ein als die ungezügelter Esserinnen. Durch dieses Ergebnis lässt sich auch **Hypothese 3** nicht belegen.

5.2 EKP-Analyse

Bei der Untersuchung der EKP-Daten wurde für die Darbietung der olfaktorischen Reize wiederum ein analoges Vorgehen zur visuellen Stimuluspräsentation gewählt. Dabei wurde jeweils in einem ersten Schritt eine Varianzanalyse („Gesamt-ANOVA“) mit den vier Faktoren „Gruppe“, „Reizkategorie“, „Elektrodenposition AP“ (Stufen: anterior, zentral, posterior) und „Elektrodenposition LR“ (Stufen: links, Mitte, rechts) für jede analysierte Komponente (Latenz und Amplitude) getrennt berechnet. Es wurden zum einen Haupt- und Interaktionseffekte der Elektrodenpositionen näher untersucht, um einen Einblick in die topographische Verteilung einer detektierten Komponente zu erhalten. Zum anderen wurden Haupt- und Interaktionseffekte der Faktoren „Gruppe“ und „Reizkategorie“ betrachtet, da sie in Hinblick auf die zu untersuchenden Hypothesen bedeutsam sind.

Zur Analyse der Topographie wurden die Haupteffekte der Elektrodenpositionen durch Einzelvergleiche näher spezifiziert; Interaktionen zwischen den Positionen wurden jeweils anhand von geschachtelten Vergleichen untersucht. Die detaillierte nahrungs- und gruppenspezifische Auswertung erfolgte bei den Haupteffekten durch Vergleiche zwischen den einzelnen Stufen der Faktoren „Reizkategorie“ und „Gruppe“, die mittels t-Tests durchgeführt wurden. Bei den Interaktionen zwischen Reizkategorie und Gruppe fand in Hinblick auf die angenommenen Hypothesen eine Aufspaltung des Faktors „Reizkategorie“ statt, so dass Gruppenunterschiede separat für jede der Stimulusklassen auf Signifikanz überprüft werden konnten.

In einem weiteren Schritt erfolgte die Überprüfung der aufgestellten Hypothesen, indem erneut für alle EKP-Komponenten getrennte Varianzanalysen mit den oben genannten vier Faktoren durchgeführt wurden. Im Unterschied zur Gesamt-ANOVA wurden hier aber jeweils nur zwei der drei Stufen des Faktors „Gruppe“ miteinander verglichen („gruppenspezifische ANOVAS“). Die signifikante Interaktion der Faktoren „Gruppe“ und „Reizkategorie“ wurde in weiteren Analysen genauer untersucht. Darüber hinaus wurden auch alle Interaktionen höherer Ordnung, in denen sowohl der Faktor „Gruppe“ als auch der Faktor „Reizkategorie“ auftrat, mittels geschachtelter Vergleiche und Einzeltests weiter analysiert. Es wurden hierbei jeweils alle Faktoren bis auf den Faktor „Gruppe“ soweit aufgetrennt, dass innerhalb einer Faktorstufenkombination nur noch der interessierende Gruppenvergleich übrig blieb. Aufgrund der Annahme, dass die größten Unterschiede zwischen den ungezügelten Essern und den essgestörten Patienten auftreten, wurde die gruppenspezifische Varianzanalyse zunächst für diese beiden Extremgruppen berechnet. Nur im Falle einer signifikanten, sowohl den Gruppen- als auch den Reizkategorie-Faktor enthaltenden Interaktion fanden anschließend auch entsprechende Vergleiche mit der Gruppe der gezügelten Esser statt.

Im folgenden werden alle durchgeführten Berechnungen getrennt für CSEKPs und VEKPs aufgeführt. Es wird dabei immer erst auf die Latenzen und anschließend auf die Amplituden der Komponenten eingegangen. Alle Signifikanzangaben zu Messwiederholungsfaktoren

beinhalten eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Huynh und Feldt (1976). Als obere Signifikanzgrenze wurde für alle Vergleiche eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 % (zweiseitig) gewählt. Die Angaben zur Power beruhen auf einem Signifikanzniveau von 5 %.

5.2.1 Chemosensorisch ereignis-korreliertes Potential

Es sollen hier die Ergebnisse der varianzanalytischen Untersuchungen der CSEKPs in Reaktion auf die Vorgabe der drei Düfte „Rose“, „Karamell“ und „Zwiebel“ vorgestellt werden. Zuvor wird ein kurzer Überblick über die gemittelten Potentiale an den neun Elektrodenfeldern der drei Gruppen „ungezügelter Esser (UE)“, „gezügelter Esser (RE)“ und „essgestörte Patienten (PE)“ getrennt für jeden Duft gegeben. Die Anordnung der Potentialmittelwerte in den Abbildungen entspricht der von oben betrachteten lokalen Verteilung auf dem Kopf. Oben links ist jeweils die Ableitung an der Position „anterior links“ abgebildet, daneben befinden sich die Positionen „anterior Mitte“ und „anterior rechts“. Entsprechend sind darunter die zentralen und posterioren Positionen dargestellt (vgl. auch Abschnitt 4.3.1.1). Positivität ist jeweils nach unten, Negativität nach oben abgetragen. Der Zeitpunkt 0 auf der x-Achse kennzeichnet den Beginn des Reizes, der 400 ms lang dargeboten wurde. Abbildung 5.9 stellt die CSEKPs der drei Gruppen für den Rosenduft graphisch dar. In Abbildung 5.10 bzw. Abbildung 5.11 sind die Potentiale für den Zwiebelgeruch bzw. für den Karamellduft veranschaulicht.

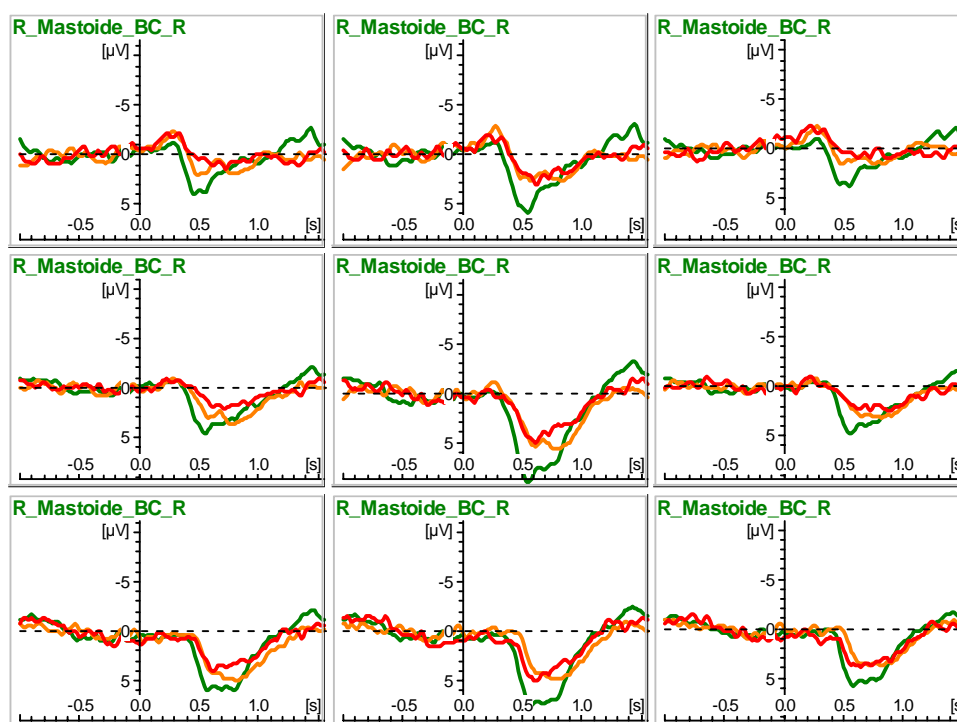


Abbildung 5.9 CSEKP auf den Rosengeruch
UE (N = 13): grün; RE (N = 9): orange; PE (N = 8): rot

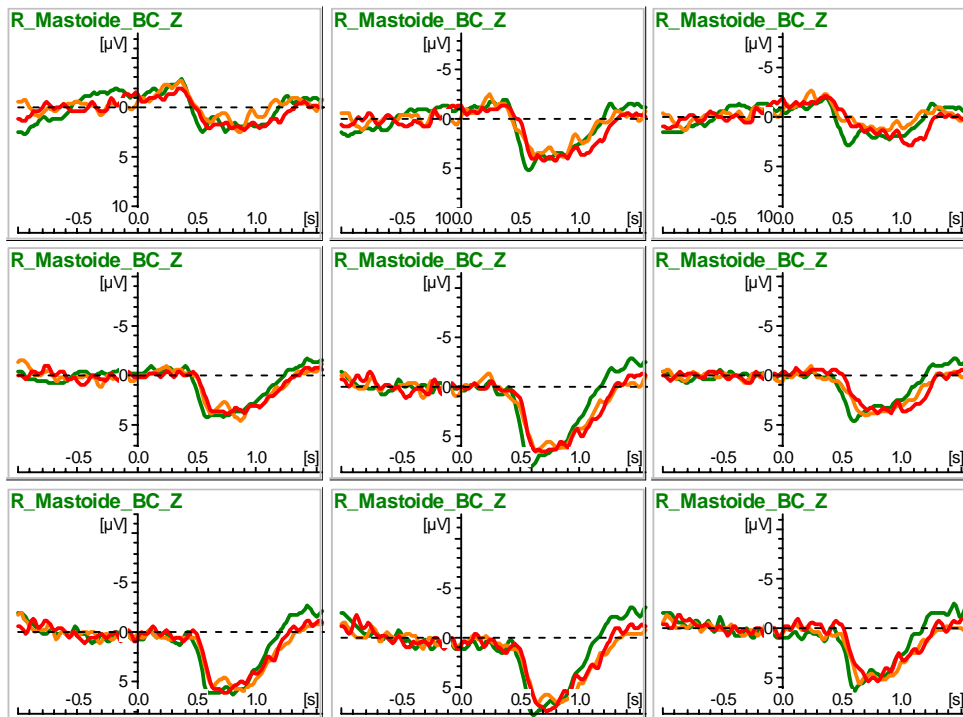


Abbildung 5.10 CSEKP auf den Zwiebelgeruch
UE (N = 13): grün; RE (N = 9): orange; PE (N = 8): rot

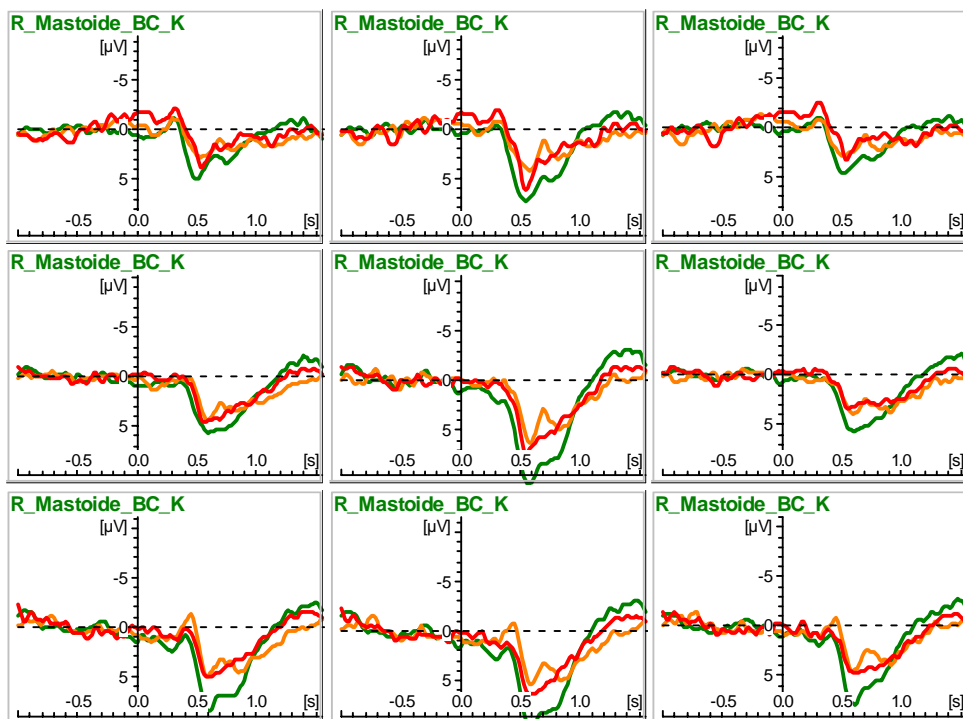


Abbildung 5.11 CSEKP auf den Karamellgeruch
UE (N = 13): grün; RE (N = 9): orange; PE (N = 8): rot

Bei der Betrachtung der Potentiale scheinen die Unterschiede zwischen den Gruppen beim Zwiebelgeruch am geringsten ausgeprägt zu sein, lediglich die ungezügelter Esser zeigen im Zeitbereich der P2 (400 – 650 ms) an den zentralen und rechten Elektrodenpools leicht vergrößerte Potentiale im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen. Beim Rosenduft fallen an allen Elektrodenfeldern die im P2- und P3-Bereich (650 – 900 ms) größeren Amplituden der ungezügelter Esser im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen auf. Für den Karamellgeruch wird dieser Unterschied insbesondere posterior und auf der Mittellinie sichtbar. Zusammenfassend scheinen sich die gezügelter Esser und Patienten kaum voneinander zu unterscheiden, beide heben sich jedoch deutlich von den ungezügelter Essern ab.

5.2.1.1 Ergebnisse der übergeordneten Gesamt-ANOVA

5.2.1.1.1 Topographische Verteilung der Komponenten

Latenzen

In der Gesamt-ANOVA wurde für die Latenzen der N1, P2 und pSW der Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ auf einem α -Niveau von 1 % (N1) bzw. 5 % (P2, pSW) signifikant. In Tabelle 5.20 sind die Mittelwerte und jeweils darunter die Standardabweichungen für die Latenzen aller detektierten Komponenten zusammengestellt. Diese Werte sind für jeden der neun Elektrodenpools sowie gemittelt über alle Stufen jeweils eines Positionsfaktors für die einzelnen Stufen des anderen Faktors angegeben. Tabelle 5.21 enthält die Parameter der berechneten Varianzanalysen.

Tabelle 5.20 Mittelwerte und Standardabweichungen für die Latenzen der Komponenten N1, P2, P3, pSW des CSEKPs an den neun Elektrodenpools sowie gemittelt für die Faktorstufen der Faktoren „Elektrodenposition AP“ und „Elektrodenposition LR“

Position AP	Komponente N1				Komponente P2			
	Position LR				Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	364.33	367.67	367.78	366.59	542.89	552.39	538.72	544.67
	38.92	34.62	34.36	31.28	36.99	33.19	33.93	32.32
zentral	384.72	384.39	391.33	386.81	555.22	557.78	557.00	556.67
	38.74	29.74	37.85	28.30	28.46	35.94	32.40	25.71
posterior	414.22	399.28	413.94	409.19	567.89	559.83	570.78	566.17
	41.25	37.52	36.25	34.94	32.72	41.98	34.80	32.86
gesamt	387.76	383.78	391.02	387.53	555.33	556.67	555.50	555.83
	30.32	26.15	28.41		22.84	28.43	26.03	

Tabelle 5.20 Fortsetzung

Position AP	Komponente P3 Position LR				Komponente pSW Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	777.50	772.28	773.89	774.56	1014.56	1005.39	1016.39	1012.11
	47.10	39.16	35.02	33.99	47.15	49.72	49.08	44.21
zentral	772.61	776.50	761.39	770.17	1001.83	1005.94	1008.33	1005.37
	46.81	41.18	47.14	37.09	35.40	41.96	33.52	31.78
posterior	780.56	772.33	770.00	774.30	996.44	997.33	991.50	995.09
	45.74	39.41	38.80	36.14	41.47	39.96	47.04	37.58
gesamt	776.89	773.70	768.43	773.01	1004.28	1002.89	1005.41	1004.19
	37.99	37.17	32.54		32.29	33.12	31.78	

Mittelwert jeweils in der ersten Zeile einer Zelle, Standardabweichung darunter

Tabelle 5.21 Gesamt-ANOVA für die Latenzen der N1, P2 und pSW im CSEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N1	HE AP	26.37	2	54	0.000	1.000
P2	HE AP	5.33	2	54	0.011	0.819
pSW	HE AP	4.41	2	54	0.044	0.737

HE: Haupteffekt; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

In den t-Tests zeigte sich, dass sich die Latenzen der N1 mit Werten um 367 ms von anterior über zentral nach posterior signifikant verlängern, wo sie ein Maximum von durchschnittlich 409 ms annehmen. Die drei durchgeführten Einzelvergleiche erreichten alle ein Signifikanzniveau von 0.1 %. Die Parameter der durchgeführten Signifikanztests sind Tabelle 5.22 zu entnehmen.

Tabelle 5.22 Einzelvergleiche zwischen den Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ für die Latenz der N1 im CSEKP

Effekt	t	df	p
anterior < zentral	- 4.128	29	0.000
anterior < posterior	- 5.648	29	0.000
zentral < posterior	- 4.972	29	0.000

Auch die Latenzen der P2 zeigten an den parietalen Elektrodenpositionen die höchsten Werte um 566 ms und wurden über zentral nach anterior kleiner. Sie erreichten im frontalen Bereich

Werte um 545 ms. Dabei wurde der Unterschied zwischen den anterioren und posterioren Feldern auf einem α -Niveau von 1 % signifikant, während die p-Werte für die anderen beiden Vergleiche unterhalb von 10 % lagen. Dieser Haupteffekt wird durch die signifikante Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ ($p < 0.01$) noch weiter differenziert: Hier zeigt sich, dass der Haupteffekt durch die Latenzunterschiede auf der rechten ($p < 0.01$) und linken Seite ($p < 0.001$) zustande kommt (siehe: Tabelle 5.23). Auf beiden Seiten fanden sich an den hinteren Elektroden signifikant längere Latenzen als zentral und anterior. Der Unterschied zwischen vorderen und zentralen Elektrodenfeldern wurde allerdings nur auf der rechten Seite signifikant ($p < 0.05$). Die Ergebnisse der statistisch bedeutsamen Einzelvergleiche sind in Tabelle 5.24 zusammengestellt.

Tabelle 5.23 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Latenz der P2 im CSEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA AP x LR	4.22	4	108	0.004	0.915
AP links	5.57	2	58	0.006	0.838
AP Mitte	0.51	2	58	0.602	0.130
AP rechts	11.25	2	58	0.000	0.990

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.24 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Latenz der P2 im CSEKP: gesamt und getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition LR“

Position	Effekt	t	df	p
gesamt	anterior < zentral	-1.964	29	0.059
	anterior < posterior	-2.742	29	0.010
	zentral < posterior	-1.978	29	0.057
links	anterior ⇔ zentral	-1.655	29	0.109
	anterior < posterior	-2.917	29	0.007
	zentral < posterior	-2.018	29	0.053
rechts	anterior < zentral	-2.732	29	0.011
	anterior < posterior	-4.302	29	0.000
	zentral < posterior	-2.245	29	0.033

Die Latenz der pSW erreichte an den parietalen Positionen mit rund 995 ms ein Minimum und verlängerte sich zentral und anterior signifikant auf 1005 bzw. 1012 ms ($p < 0.1$). Tabelle 5.25 enthält die Parameter der durchgeführten Einzelvergleiche.

Tabelle 5.25 Einzelvergleiche zwischen den Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ für die Latenz der pSW im CSEKP

Effekt	t	df	p
anterior \Leftrightarrow zentral	1.031	29	0.311
anterior > posterior	1.794	29	0.083
zentral > posterior	1.820	29	0.079

Amplituden

Für alle vier untersuchten Komponenten N1, P2, P3 und pSW wurde der Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ auf einem α -Niveau von 1 % (N1, P2, P3) bzw. 5 % (pSW) signifikant. Auch für den Haupteffekt „Elektrodenposition LR“ fanden sich für alle Komponenten signifikante Resultate ($p \leq 0.001$). Die Interaktion dieser beiden Faktoren wurde für die Komponenten P2, P3 und pSW auf einem Niveau von 0.1 %, für die N1 auf einem Niveau von 10 % signifikant. Tabelle 5.26 enthält für alle Komponenten eine Auflistung der Amplitudenmittelwerte an jeder der neun Elektrodenpositionen sowie die über alle Stufen eines Positionsfaktors gemittelten Werte für die einzelnen Stufen des anderen Faktors. Die Parameter der durchgeführten Varianzanalysen sind in Tabelle 5.27 zusammenfasst.

Tabelle 5.26 Mittelwerte und Standardabweichungen für die Amplituden der Komponenten N1, P2, P3, pSW des CSEKPs an den neun Elektrodenpools sowie gemittelt für die Faktorstufen der Faktoren „Elektrodenposition AP“ und „Elektrodenposition LR“

Position AP	Komponente N1				Komponente P2			
	Position LR				Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	-2.23	-1.64	-1.93	-1.93	3.86	5.91	3.61	4.46
	1.83	2.20	1.91	1.84	3.08	3.86	2.91	3.15
zentral	-1.13	-0.09	-0.77	-0.66	4.54	8.20	4.20	5.65
	1.41	2.21	1.75	1.66	2.84	4.70	2.60	3.27
posterior	-0.71	-0.39	-0.87	-0.66	5.87	7.02	5.63	6.18
	1.80	2.23	1.95	1.94	3.39	4.19	3.38	3.55
gesamt	-1.35	-0.70	-1.19	-1.08	4.76	7.05	4.48	5.43
	1.46	1.96	1.59		2.79	4.07	2.67	

Tabelle 5.26 Fortsetzung

Position AP	Komponente P3				Komponente pSW			
	Position LR				Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	3.08	4.91	3.06	3.69	2.36	3.15	2.27	2.59
	2.98	2.64	2.26	2.51	2.13	2.01	1.99	1.92
zentral	4.71	7.64	4.80	5.72	3.03	4.09	2.99	3.37
	1.69	2.77	1.78	1.93	1.39	1.99	1.45	1.43
posterior	6.63	7.39	5.81	6.61	3.97	3.70	3.36	3.68
	2.20	2.48	2.01	2.11	1.84	2.16	1.98	1.82
gesamt	4.81	6.65	4.56	5.34	3.12	3.65	2.88	3.21
	1.77	2.19	1.58		1.32	1.57	1.26	

Mittelwert jeweils in der ersten Zeile einer Zelle, Standardabweichung darunter

Tabelle 5.27 Gesamt-ANOVA für die Amplituden der N1, P2, P3 und pSW im CSEKP: Haupteffekte „Elektrodenposition AP“, „Elektrodenposition LR“ und deren Interaktion

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N1	HE AP	14.51	2	54	0.000	0.998
	HE LR	7.60	2	54	0.001	0.934
	IA AP x LR	2.27	4	108	0.078	0.647
P2	HE AP	10.24	2	54	0.001	0.982
	HE LR	50.94	2	54	0.000	1.000
	IA AP x LR	16.33	4	108	0.000	1.000
P3	HE AP	21.82	2	54	0.000	1.000
	HE LR	59.60	2	54	0.000	1.000
	IA AP x LR	13.25	4	108	0.000	1.000
pSW	HE AP	4.41	2	54	0.033	0.737
	HE LR	7.72	2	54	0.001	0.938
	IA AP x LR	6.63	4	108	0.000	0.990

HE: Haupteffekt; IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Die signifikante Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ wurde bei allen Komponenten in beide Richtungen aufgeteilt, d.h. zum einen wurde der Effekt des Faktors „Elektrodenposition AP“ innerhalb jeder der drei Stufen des lateralen Faktors analysiert und umgekehrt wurde der Effekt der lateralen Position innerhalb der einzelnen Stufen von „Elektrodenposition AP“ untersucht. Die Ergebnisse befinden sich in Tabelle 5.28 und Tabelle 5.29.

Tabelle 5.28 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Amplituden der N1, P2, P3 und pSW im CSEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ getrennt für die Stufen von „Elektrodenposition LR“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N1	links	16.91	2	58	0.000	1.000
	AP Mitte	12.48	2	58	0.000	0.995
	rechts	8.54	2	58	0.001	0.959
P2	links	10.96	2	58	0.000	0.988
	AP Mitte	16.03	2	58	0.000	0.999
	rechts	12.39	2	58	0.000	0.995
P3	links	26.58	2	58	0.000	1.000
	AP Mitte	21.76	2	58	0.000	1.000
	rechts	23.81	2	58	0.000	1.000
pSW	links	8.53	2	58	0.001	0.959
	AP Mitte	2.55	2	58	0.086	0.491
	rechts	3.49	2	58	0.037	0.630

df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.29 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Amplituden der N1, P2, P3 und pSW im CSEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition LR“ getrennt für die Stufen von „Elektrodenposition AP“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N1	anterior	2.98	2	58	0.059	0.558
	LR zentral	10.35	2	58	0.000	0.984
	posterior	4.86	2	58	0.011	0.781
P2	anterior	29.68	2	58	0.000	1.000
	LR zentral	62.35	2	58	0.000	1.000
	posterior	13.12	2	58	0.000	0.996
P3	anterior	34.30	2	58	0.000	1.000
	LR zentral	64.83	2	58	0.000	1.000
	posterior	23.77	2	58	0.000	1.000
pSW	anterior	9.06	2	58	0.000	0.968
	LR zentral	12.70	2	58	0.000	0.995
	posterior	2.84	2	58	0.067	0.536

df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Die Einzelvergleiche (t-Tests) zur näheren Beschreibung der Haupteffekte der Faktoren „Elektrodenposition AP“ bzw. „Elektrodenposition LR“ ergaben für die N1 folgende topographische Verteilung: Die Amplitude der Komponente erreichte anterior einen mittleren Wert von $-1.93 \mu\text{V}$ und nahm nach zentral ($p < 0.001$) und posterior ($p < 0.01$) signifikant ab, wo ihre Amplitude nur noch $-0.66 \mu\text{V}$ betrug. An den mittleren Elektrodenfeldern war sie mit einem durchschnittlichen Wert von $-0.70 \mu\text{V}$ nur halb so stark ausgeprägt wie links ($p < 0.001$) und rechts ($p \leq 0.01$), wo sie Werte von -1.35 und $-1.19 \mu\text{V}$ annahm. Die Ergebnisse der Einzelvergleiche sind Tabelle 5.30 zu entnehmen.

Tabelle 5.30 Einzelvergleiche innerhalb der Stufen der Faktoren „Elektrodenposition AP“ und „Elektrodenposition LR“ für die Amplitude der N1 im CSEKP

Effekt	t	df	p
anterior > zentral	- 6.134	29	0.000
anterior > posterior	- 3.504	29	0.002
zentral \Leftrightarrow posterior	- 0.032	29	0.975
links > Mitte	- 3.981	29	0.000
rechts > Mitte	2.770	29	0.010
links \Leftrightarrow rechts	-1.04	29	0.305

Vergleichsoperatoren beziehen sich bei Negativitäten auf mit -1 multiplizierte Amplitudenwerte

Bei der Untersuchung der Effekte des Faktors „Elektrodenposition AP“ auf den einzelnen Stufen des Faktors „Elektrodenposition LR“ mittels t-Tests ergab sich folgendes Bild für die N1: Die Abnahme der Amplitude von vorne nach hinten zeigt sich besonders deutlich auf der linken Seite, wo alle drei Einzelvergleiche signifikant wurden. Auf der Mittellinie und rechts war jeweils der Unterschied zwischen dem anterioren Elektrodenfeld und den anderen beiden Positionen signifikant. Bei der Ermittlung signifikanter Unterschiede zwischen den einzelnen Stufen des lateralen Faktors getrennt für jede Stufe des Faktors „Elektrodenposition AP“ fanden sich die gegenüber der Scheitellinie lateral vergrößerten Amplituden sowohl zentral als auch posterior. Im anterioren Bereich wurde nur der Unterschied zwischen dem linken und dem mittleren Elektrodenpool statistisch bedeutsam. Eine Zusammenstellung der Einzelvergleiche ist Tabelle 5.31 („Elektrodenfaktor AP“) und Tabelle 5.32 („Elektrodenfaktor LR“) zu entnehmen. Zusammenfassend bestätigen diese Ergebnisse für die Amplitude der N1, dass es sich um eine ordinale Interaktion handelt, so dass beide Haupteffekte unterstützt werden.

Tabelle 5.31 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition AP“ getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition LR“ für die Amplitude der N1 im CSEKP

Position	Effekt	t	df	p
links	anterior > zentral	-5.290	29	0.000
	anterior > posterior	-4.244	29	0.000
	zentral > posterior	-1.938	29	0.062
Mitte	anterior > zentral	-5.427	29	0.000
	anterior > posterior	-2.891	29	0.007
	zentral ⇔ posterior	1.259	29	0.218
rechts	anterior > zentral	-4.712	29	0.000
	anterior > posterior	-2.665	29	0.012
	zentral ⇔ posterior	0.370	29	0.714

Vergleichsoperatoren beziehen sich bei Negativitäten auf mit -1 multiplizierte Amplitudenwerte

Tabelle 5.32 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition LR“ getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Amplitude der N1 im CSEKP

Position	Effekt	t	df	p
anterior	links > Mitte	-2.522	29	0.017
	rechts ⇔ Mitte	1.112	29	0.275
	links ⇔ rechts	-1.320	29	0.197
zentral	links > Mitte	-4.790	29	0.000
	rechts > Mitte	2.571	29	0.016
	links ⇔ rechts	-1.690	29	0.102
posterior	links > Mitte	-1.945	29	0.062
	rechts > Mitte	3.222	29	0.003
	links ⇔ rechts	1.027	29	0.313

Vergleichsoperatoren beziehen sich bei Negativitäten auf mit -1 multiplizierte Amplitudenwerte

Abbildung 5.12 liefert eine Illustration der gemessenen Spannungsverteilung über den Kopf im Zeitfenster der N1. Jedes der neun Einzelbilder repräsentiert eine der drei Gruppen während der Verarbeitung eines der drei Gerüche. Die Düfte sind von oben nach unten in der Reihenfolge Rose, Zwiebel und Karamell zusammengestellt. Von links nach rechts sind die ungezügelten Esser (UE), gezügelten Esser (RE) und essgestörten Patienten (PE) angeordnet.

Dargestellt ist jeweils eine Aufsicht auf den Kopf, bei der im oberen Teil die anterioren Elektrodenfelder abgebildet werden. Das Farbspektrum repräsentiert einen Bereich von -10 bis $+10 \mu\text{V}$. Blau-violette Farbtöne entsprechen dabei negativen Potentialen, während Positivitäten in rötlichen Farbtönen dargestellt sind. Der Bereich um die Baseline hat eine grünliche Farbe.

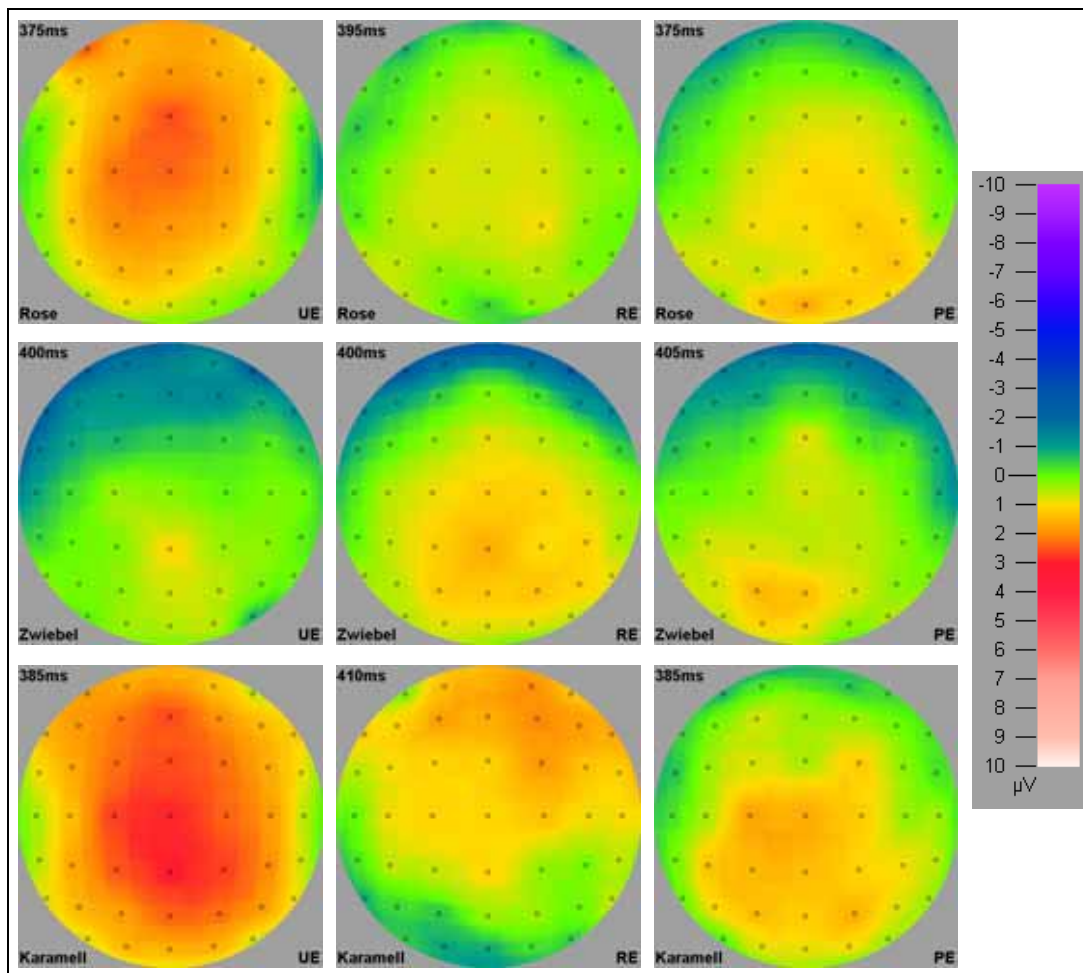


Abbildung 5.12 Spannungsverteilung über den Kopf im Zeitintervall der N1, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Düften

Die gefundene Verteilung der Amplituden über den Kopf entspricht nicht den Befunden, die über die chemosensorisch evozierte N1 berichtet werden (vgl. Abschnitt 2.3.4). Generell wird in den Arbeiten über CSEKPs eine parietale Dominanz mit Maxima über der Scheitellinie gefunden. Aus diesem Grund wird die N1-Komponente von weiteren Analyseschritten ausgeschlossen.

Die Untersuchung der Haupteffekte für die Positivitäten P2, P3 und pSW ergab bei allen drei Komponenten eine sehr ähnliche Verteilung über den Kopf. Dabei erreichten die Amplituden auf der Scheitellinie im zentro-parietalen Bereich ein durchschnittliches Maximum von ca.

7.5 μV (P2, P3) bzw. 4 μV (pSW) und schwächten sich nach vorne sowie zu den beiden Seiten hin signifikant ab. Frontal verringerten sich die Amplituden der P2 und P3 auf etwa die Hälfte und lagen im Mittel noch bei ca. 4 μV . Für die pSW ergab sich eine ähnlich starke Amplitudenabnahme auf etwa 2.5 μV . Lateral sanken die Amplituden ungefähr im gleichen Maße und nahmen hier Werte von rund 4.5 μV (P2, P3) bzw. 3 μV (pSW) an. Die Ergebnisse der statistisch bedeutsamen Einzelvergleiche sind in Tabelle 5.33 enthalten.

Tabelle 5.33 Einzelvergleiche innerhalb der Stufen der Faktoren „Elektrodenposition AP“ und „Elektrodenposition LR“ für die Amplituden der P2, P3 und pSW im CSEKP

Komponente	Effekt	t	df	p
P2	anterior < zentral	- 3.387	29	0.002
	anterior < posterior	- 3.705	29	0.001
	zentral < posterior	- 1.959	29	0.060
	links < Mitte	- 7.214	29	0.000
	rechts < Mitte	8.266	29	0.000
	links \Leftrightarrow rechts	1.505	29	0.143
P3	anterior < zentral	- 5.999	29	0.000
	anterior < posterior	- 5.353	29	0.000
	zentral < posterior	- 2.690	29	0.012
	links < Mitte	- 8.688	29	0.000
	rechts < Mitte	10.744	29	0.000
	links \Leftrightarrow rechts	1.267	29	0.215
pSW	anterior < zentral	- 2.925	29	0.007
	anterior < posterior	- 2.102	29	0.044
	zentral \Leftrightarrow posterior	- 0.955	29	0.347
	links < Mitte	- 3.025	29	0.005
	rechts < Mitte	3.997	29	0.000
	links \Leftrightarrow rechts	1.151	29	0.259

Einen Überblick über die Spannungsverteilungen auf dem Kopf für die drei Positivitäten bieten die folgenden Schaubilder (siehe Abbildung 5.13 für die P2, Abbildung 5.14 für die P3 bzw. Abbildung 5.15 für die pSW). Bei jedem der neun Einzelbilder handelt es sich wiederum um eine Aufsicht mit anterioren Elektrodenfeldern im oberen Teil. Die Darstellung erfolgt getrennt nach Gruppen für die Verarbeitung der einzelnen Düfte. Die Farbskala umfasst einen Bereich von -10 bis $+10$ μV , wobei Negativität durch blau-violette Farbtöne und Positivität durch rötliche Farbtöne repräsentiert werden.

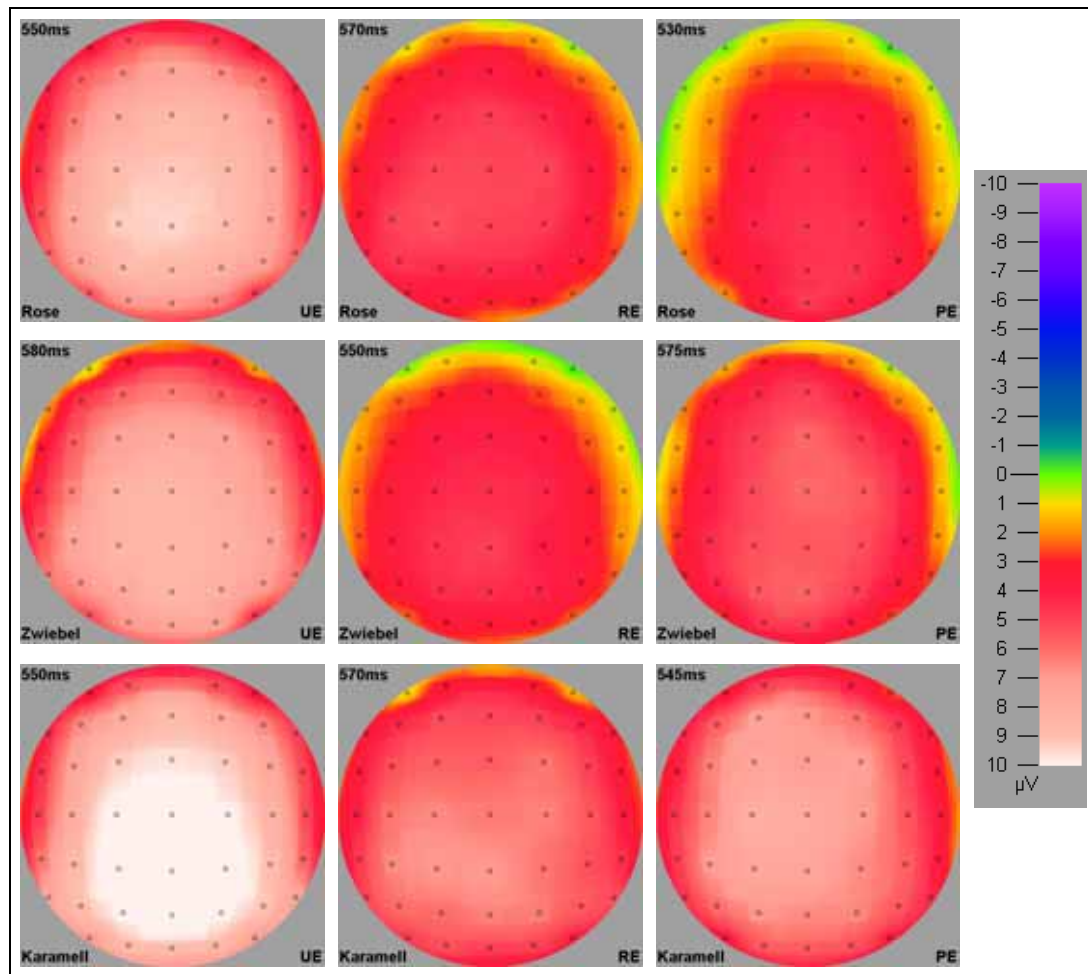


Abbildung 5.13 Spannungverteilung über den Kopf im Zeitintervall der P2, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Düften

Bei einer Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ zeigte sich für alle Positivitäten ein signifikantes Ergebnis für den Faktor „Elektrodenposition AP“ auf den einzelnen Stufen des Faktors „Elektrodenposition LR“. Die varianzanalytischen Ergebnisse dieser Aufteilung befinden sich in Tabelle 5.28.

Die genauere Untersuchung der Positionsunterschiede per t-Tests erbrachte größtenteils eine Bestätigung des Haupteffektes „Elektrodenposition AP“: Auf der linken Seite wurden für alle Komponenten signifikant größere Potentiale an dem hinteren Elektrodenpool im Vergleich zu dem vorderen und zentralen gefunden (P2, P3: $p < 0.001$, pSW: $p < 0.01$). Bei der P3 und pSW fanden sich zusätzlich noch signifikant größere Amplituden an der zentralen gegenüber der anterioren Position (P3: $p < 0.001$; pSW: $p < 0.05$). Auf der rechten Seite ergaben sich für alle drei Positivitäten posterior gegenüber anterior ebenfalls größere Potentiale (P2, P3: $p \leq 0.001$; pSW: $p < 0.1$). Bei der P2 und der P3 waren zusätzlich die Amplituden im hinteren Bereich stärker ausgeprägt als im zentralen (P2: $p < 0.001$; P3: $p < 0.01$). Bei der P3 und der

pSW konnten zentral höhere Amplitudenwerte gegenüber anterior (P3: $p < 0.001$; pSW: $p < 0.05$) nachgewiesen werden. Auf der Scheitellinie waren die Amplituden aller drei Positivitäten zentral am größten und hoben sich signifikant von den Amplituden im anterioren Bereich ab (P2, P3: $p < 0.001$, pSW: $p < 0.05$). Zudem fand sich bei der P2 im zentralen Bereich auch im Vergleich zum posterioren eine signifikant höhere Amplitude ($p < 0.01$). Bei der P2 und P3 zeigte sich darüber hinaus ein höheres Potential des posterioren gegenüber dem anterioren Elektrodenfeld als statistisch bedeutsam (P2: $p < 0.05$; P3: $p < 0.001$). Einen Überblick über die signifikanten Einzelvergleiche liefert Tabelle 5.34.

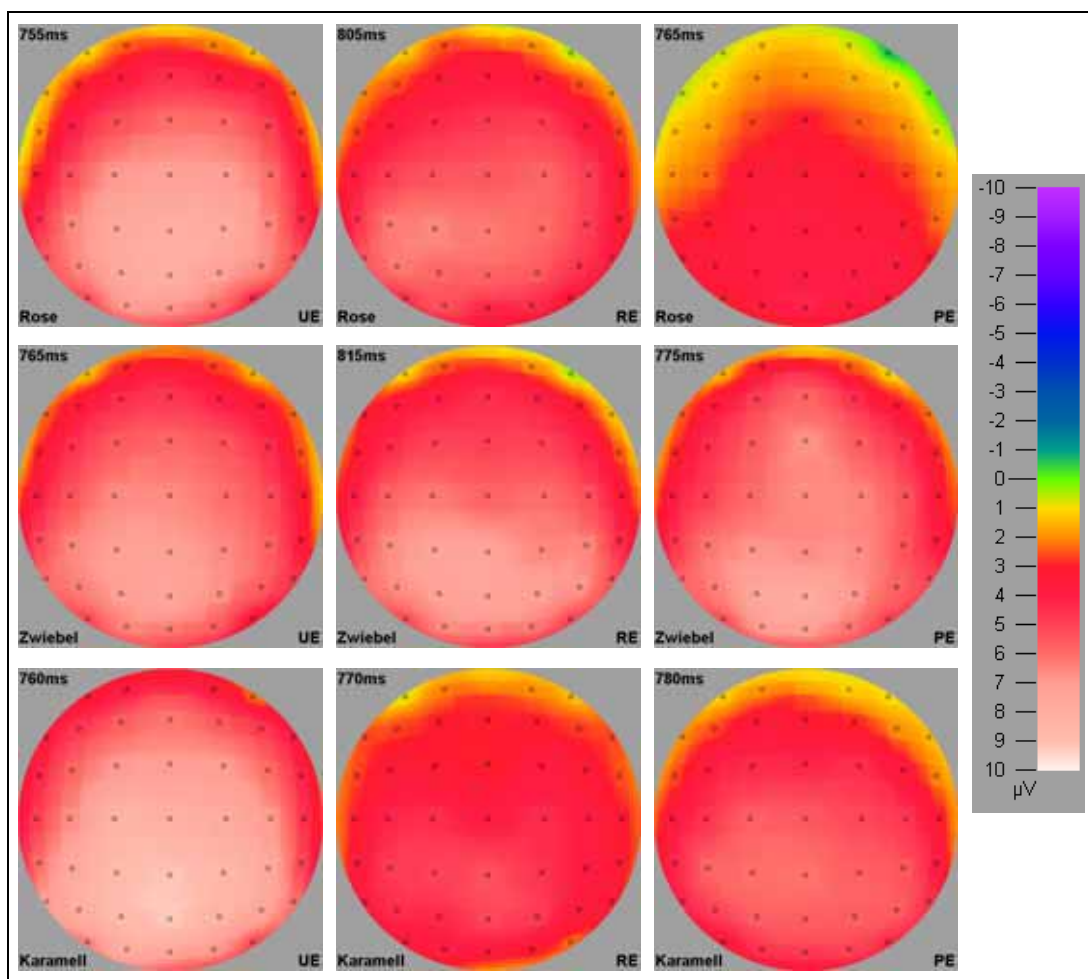


Abbildung 5.14 Spannungsverteilung über den Kopf im Zeitintervall der P3, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Düften

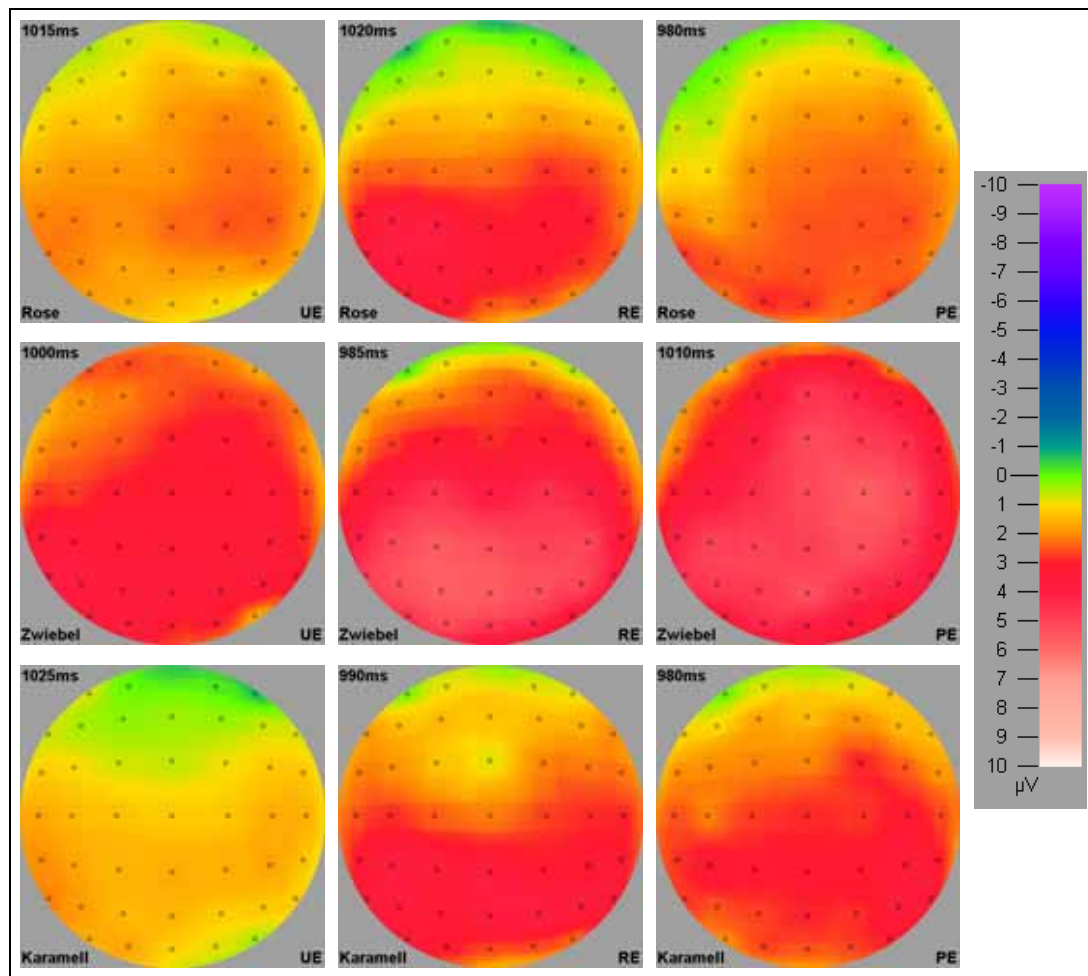


Abbildung 5.15 Spannungverteilung über den Kopf im Zeitintervall der pSW, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Düften

Tabelle 5.34 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition AP“ getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition LR“ für die Amplituden der P2, P3 und pSW im CSEKP

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
P2	links	anterior ⇔ zentral	-1.561	29	0.129
		anterior < posterior	-3.776	29	0.001
		zentral < posterior	-4.217	29	0.000
	Mitte	anterior < zentral	-6.068	29	0.000
		anterior < posterior	-2.334	29	0.027
		zentral > posterior	3.387	29	0.002
	rechts	anterior ⇔ zentral	-1.593	29	0.122
		anterior < posterior	-3.851	29	0.001
		zentral < posterior	-4.303	29	0.000

Tabelle 5.34 Fortsetzung

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
P3	links	anterior < zentral	-3.943	29	0.000
		anterior < posterior	-5.550	29	0.000
		zentral < posterior	-5.258	29	0.000
	Mitte	anterior < zentral	-6.923	29	0.000
		anterior < posterior	-4.319	29	0.000
		zentral ⇔ posterior	0.669	29	0.509
	rechts	anterior < zentral	-5.133	29	0.000
		anterior < posterior	-5.373	29	0.000
		zentral < posterior	-3.032	29	0.005
pSW	links	anterior < zentral	-2.210	29	0.035
		anterior < posterior	-3.052	29	0.005
		zentral < posterior	-3.134	29	0.004
	Mitte	anterior < zentral	-3.474	29	0.002
		anterior ⇔ posterior	-1.007	29	0.322
		zentral ⇔ posterior	0.996	29	0.327
	rechts	anterior < zentral	-2.479	29	0.019
		anterior < posterior	-1.965	29	0.059
		zentral ⇔ posterior	-1.001	29	0.325

Bei einer Aufteilung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ in die einzelnen Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ ergaben sich ebenfalls für alle Positionen signifikante Effekte des lateralen Faktors auf jeder Stufe von „Elektrodenposition AP“, die in Tabelle 5.29 zusammengestellt sind.

Auch hier lassen sich die Ergebnisse des Haupteffektes durch Einzelvergleiche zwischen den Elektrodenpools weitgehend bestätigen: Sowohl anterior als auch zentral fanden sich für alle drei Komponenten größere Potentiale auf der Scheitellinie als an den beiden Seiten ($p \leq 0.001$). Dieses Resultat wurde für die Amplituden der P2 ($p \leq 0.001$) und P3 (Mitte gegenüber links: $p \leq 0.001$; Mitte gegenüber rechts; $p < 0.01$) auch posterior signifikant. Bei der P3 und pSW fanden sich zudem posterior statistisch bedeutsame Seitenunterschiede dahingehend, dass die Amplituden auf der linken Seite jeweils größer waren als auf der rechten (P3: $p < 0.01$; pSW: $p < 0.05$). Die Ergebnisse der durchgeführten Einzelvergleiche sind in Tabelle 5.35 dargestellt.

Tabelle 5.35 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition LR“ getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Amplituden der P2, P3 und pSW im CSEKP

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
P2	anterior	links < Mitte	-5.677	29	0.000
		rechts < Mitte	7.272	29	0.000
		links ⇔ rechts	0.828	29	0.414
	zentral	links < Mitte	-8.062	29	0.000
		rechts < Mitte	8.448	29	0.000
		links ⇔ rechts	1.636	29	0.113
	posterior	links < Mitte	-4.105	29	0.000
		rechts < Mitte	4.666	29	0.000
		links ⇔ rechts	0.819	29	0.419
P3	anterior	links < Mitte	-8.086	29	0.000
		rechts < Mitte	7.947	29	0.000
		links ⇔ rechts	0.075	29	0.941
	zentral	links < Mitte	-8.967	29	0.000
		rechts < Mitte	8.979	29	0.000
		links ⇔ rechts	-0.412	29	0.683
	posterior	links < Mitte	-3.135	29	0.004
		rechts < Mitte	8.133	29	0.000
		links > rechts	3.316	29	0.002
pSW	anterior	links < Mitte	-4.031	29	0.000
		rechts < Mitte	3.476	29	0.000
		links ⇔ rechts	0.342	29	0.735
	zentral	links < Mitte	-4.622	29	0.000
		rechts < Mitte	4.239	29	0.000
		links ⇔ rechts	0.146	29	0.885
	posterior	links ⇔ Mitte	1.081	29	0.288
		rechts ⇔ Mitte	1.549	29	0.132
		links > rechts	2.086	29	0.046

Da die hier gefundenen Ergebnisse weitgehend mit den in der Literatur beschriebenen topographischen Verteilungen der Komponenten übereinstimmen (vgl. Abschnitt 2.3.4), können alle drei Positivitäten einer weiteren Analyse unterzogen werden.

5.2.1.1.2 Untersuchung des Faktors „Gruppe“

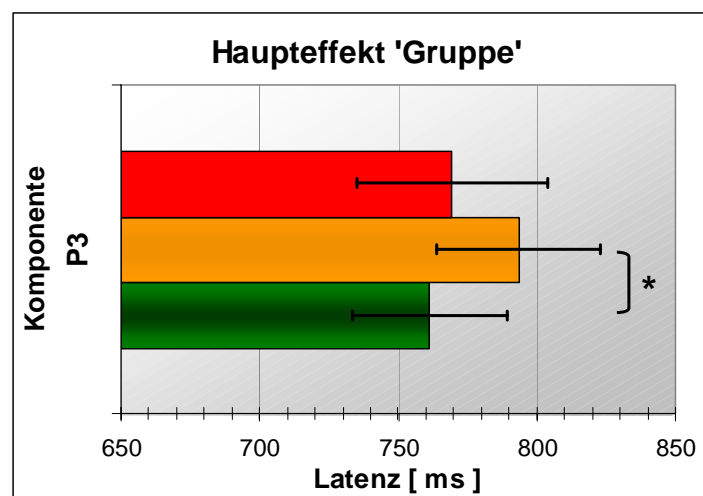
Latenzen

Für die Latenz der P3 ergab sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Gruppe“ ($F_{2,27} = 3.14$; $p = 0.060$; Power = 0.554), wobei die Komponente bei den gezügelten Essern im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen verzögert auftritt. Die Einzelvergleiche ergaben allerdings nur für den Vergleich der ungezügelter mit den gezügelten Essern ein signifikantes Resultat ($p < 0.05$). Tabelle 5.36 enthält eine Zusammenstellung der mittleren Latenzen der drei Gruppen sowie der Ergebnisse der Einzelvergleiche. In Abbildung 5.16 ist der Unterschied graphisch dargestellt.

Tabelle 5.36 Mittelwerte und Standardabweichungen der Latenz der P3 im CSEKP sowie Einzelvergleiche zwischen den drei Gruppen

Gruppe	N	M	SD	t	df	p
UE RE	13 9	761.15 793.46	27.90 29.38	-2.614	20	0.017
UE PE	13 8	761.15 769.26	27.90 34.43	-0.592	19	0.561
RE PE	9 8	793.46 769.26	29.38 34.43	1.564	15	0.139

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten;
M: Mittelwert; SD: Standardabweichung



■ ungezügelter Esser ■ gezügelte Esser ■ Essgestörte

Abbildung 5.16 Gruppenunterschiede bei der Latenz der P3 im CSEKP

Amplituden

Bei den Amplituden der P2 ($F_{2,27} = 3.02$; $p = 0.066$; Power = 0.536) und P3 ($F_{2,27} = 2.86$; $p = 0.075$; Power = 0.513) wurde der Haupteffekt des Gruppenfaktors jeweils auf einem α -Niveau von 10 % signifikant. Eine genauere Betrachtung der einzelnen Mittelwerte zeigt ein vergleichbares Muster bei beiden Komponenten: Die ungezügelter Esser haben mit 6 bis 7 μV jeweils die größten Amplituden, während die Komponenten bei den anderen beiden Gruppen ähnlich schwach ausgeprägt sind (ca. 4.5 μV). Für die Amplitude der P3 wird dieses Muster durch die Ergebnisse der Einzelvergleiche bestätigt: Die Gruppe der ungezügelter Esser unterschied sich signifikant von jeder der anderen beiden Gruppen ($p < 0.1$), die sich wiederum nicht statistisch bedeutsam voneinander abhoben. Für die Amplitude der P2 wird dieses Resultat in den durchgeführten t-Tests nicht so deutlich, da hier nur der Unterschied zwischen den ungezügelter und den gezügelter Essern signifikant wird ($p < 0.05$). In Tabelle 5.37 sind die Amplitudenmittelwerte mit Standardabweichungen der einzelnen Gruppen sowie die durchgeführten Einzelvergleiche für beide Komponenten aufgelistet. Abbildung 5.17 zeigt die beschriebenen Unterschiede graphisch.

Tabelle 5.37 Mittelwerte und Standardabweichungen der Amplituden der P2 und P3 im CSEKP sowie Einzelvergleiche zwischen den drei Gruppen

Komponente	Gruppe	N	M	SD	t	df	p
P2	UE	13	6.91	2.37	2.730	20	0.013
	RE	9	4.04	2.49			
	UE	13	6.91	2.37	1.486	19	0.168
	PE	8	4.58	4.02			
	RE	9	4.04	2.49	-0.324	15	0.752
PE	8	4.58	4.02				
P3	UE	13	6.16	1.93	1.999	20	0.059
	RE	9	4.74	1.40			
	UE	13	6.16	1.93	2.064	19	0.053
	PE	8	4.67	1.36			
	RE	9	4.74	1.40	0.103	15	0.919
PE	8	4.67	1.36				

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelter Esser; PE: essgestörte Patienten;
M: Mittelwert ; SD: Standardabweichung

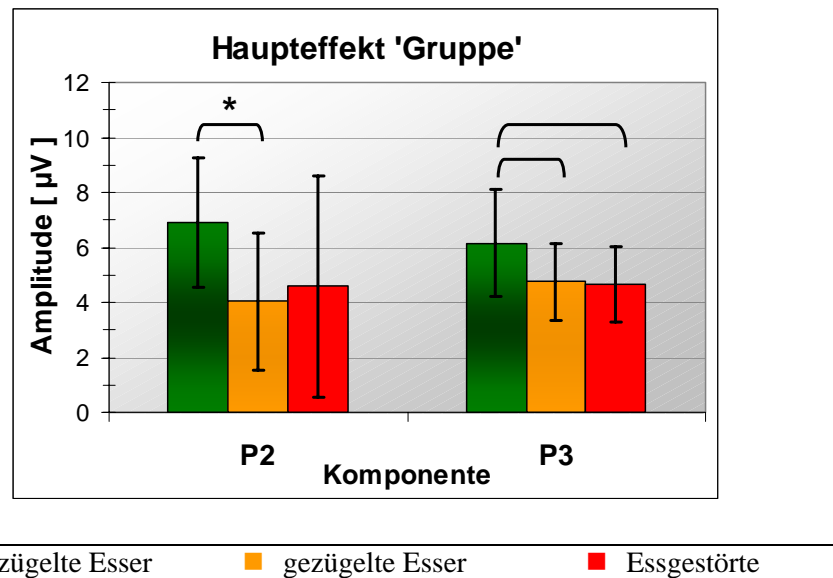


Abbildung 5.17 Gruppenunterschiede bei den Amplituden der P2 und P3 im CSEKP

5.2.1.1.3 Untersuchung des Faktors „Duft“

Latenzen

Für die Latenzen der untersuchten Komponenten fanden sich keine signifikanten Ergebnisse bezüglich des Haupteffekts „Duft“.

Amplituden

Für die Amplituden der drei im CSEKP detektierten Positivitäten P2, P3 und pSW wurde der Faktor „Duft“ auf einem α -Niveau von 5 % (P2, pSW) bzw. 10 % (P3) signifikant. Die Parameter der durchgeführten ANOVAs befinden sich in Tabelle 5.38. In Tabelle 5.39 sind die mittleren Amplituden und jeweiligen Standardabweichungen der drei Komponenten in Reaktion auf jeden der drei Düfte aufgeführt, die in Abbildung 5.18 graphisch veranschaulicht werden.

Tabelle 5.38 Gesamt-ANOVA für die Amplituden der P2, P3 und pSW im CSEKP: Haupteffekt „Duft“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
P2	HE Duft	4.28	2	54	0.019	0.723
P3	HE Duft	2.57	2	54	0.086	0.493
pSW	HE Duft	3.92	2	54	0.030	0.683

HE: Haupteffekt; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.39 Mittelwerte und Standardabweichungen der Amplituden der P2, P3 und pSW im CSEKP getrennt nach den drei Düften

Komponente Duft	P2		P3		pSW	
	M	SD	M	SD	M	SD
Rose	5.14	3.92	<u>4.62</u>	2.69	<u>2.59</u>	1.76
Zwiebel	<u>4.80</u>	3.12	5.62	1.97	<u>4.04</u>	2.13
Karamell	<u>6.35</u>	3.51	<u>5.77</u>	2.78	3.01	2.19

M: Mittelwert (Maximale Ausprägung durchgehend, minimale Ausprägung unterbrochen unterstrichen);
SD: Standardabweichung

Die anschließend durchgeführten t-Tests zum Vergleich jeweils zweier Düfte miteinander führten zu folgendem Ergebnis: Die Amplitude der P2 war bei dem Karamellduft mit $6.4 \mu\text{V}$ deutlich größer ausgeprägt als bei den Gerüchen von Rose ($5.1 \mu\text{V}$; $p < 0.05$) und Zwiebel ($4.8 \mu\text{V}$; $p \leq 0.01$), die untereinander keinen signifikanten Unterschied aufwiesen.

Auch bei der P3 war die Amplitude beim Karamellgeruch mit $5.8 \mu\text{V}$ größer als bei den anderen beiden Düften. Ein tendenziell signifikantes Ergebnis fand sich allerdings nur im Vergleich zur Amplitude beim Rosenduft ($4.6 \mu\text{V}$; $p < 0.1$), die ebenfalls tendenziell kleiner war als die Amplitude beim Zwiebelgeruch ($5.6 \mu\text{V}$; $p < 0.1$).

Die pSW war bei dem Rosenduft mit $2.6 \mu\text{V}$ ebenfalls am geringsten ausgeprägt und unterschied sich in ihrer Amplitude signifikant ($p \leq 0.01$) vom Zwiebelgeruch, bei dem der Wert mit $4.0 \mu\text{V}$ am größten war. Die Amplitude der pSW in Reaktion auf den Karamellgeruch hob sich nicht signifikant von den anderen beiden ab, sondern lag mit einem Wert von $3.0 \mu\text{V}$ dazwischen. Tabelle 5.40 bietet einen Überblick über die durchgeführten Einzelvergleiche.

Tabelle 5.40 Einzelvergleiche zwischen den drei Düften für die Amplituden der P2, P3 und pSW im CSEKP

Komponente	Effekt	t	df	p
P2	Rose < Karamell	-2.253	29	0.032
	Rose \Leftrightarrow Zwiebel	0.720	29	0.477
	Karamell > Zwiebel	2.767	29	0.010
P3	Rose < Karamell	-1.939	29	0.062
	Rose < Zwiebel	-1.934	29	0.063
	Karamell \Leftrightarrow Zwiebel	0.263	29	0.794
pSW	Rose \Leftrightarrow Karamell	-1.127	29	0.269
	Rose < Zwiebel	-2.777	29	0.010
	Karamell \Leftrightarrow Zwiebel	-1.684	29	0.103

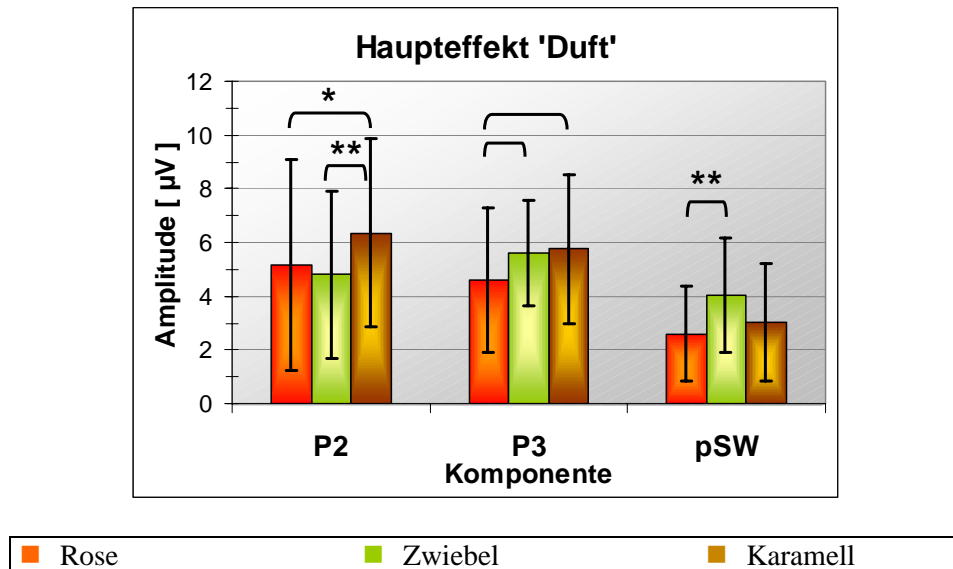


Abbildung 5.18 Amplituden der Komponenten P2, P3 und pSW in Reaktion auf die drei Düfte im CSEKP

5.2.1.2 Hypothesenbezogene „gruppenspezifische ANOVAs“

Wie bereits oben erwähnt, wurde separat für jede Komponente erneut eine Varianzanalyse mit den Faktoren „Gruppe“, „Duft“, „Elektrodenposition AP“ und „Elektrodenposition LR“ durchgeführt, allerdings nur mit den Daten der beiden Gruppen „ungezügelter Esser“ und „essgestörte Patienten“. Hierbei wurden alle Interaktionen mit den Faktoren „Gruppe“ und „Duft“ näher spezifiziert. Ein statistisch bedeutsames Resultat einer dieser Interaktionen wurde als Voraussetzung für die Berechnung der anderen beiden gruppenspezifischen Varianzanalysen betrachtet.

5.2.1.2.1 Vergleich von ungezügelter Essern und Essgestörten

Latenzen

In dieser gruppenspezifischen Analyse ergab sich für keine der untersuchten Latenzen eine signifikante Interaktion, in welche die Faktoren „Gruppe“ und „Duft“ mit eingingen. Dieses Ergebnis ist konsistent zu der zuvor durchgeführten Gesamt-ANOVA, bei der ebenfalls keine Interaktion statistisch bedeutsam war.

Amplituden

Die für die weitere Untersuchung relevante Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Duft“ wurde für die Amplitude der P3 auf einem α -Niveau von 10 % signifikant. Bei der folgenden Aufteilung wurden die beiden Gruppen getrennt für jeden Duft miteinander verglichen. Es ergaben sich hierbei für den Rosen- und Zwiebelgeruch keine signifikanten Gruppenunterschiede, so dass dieses Ergebnis in Einklang mit **Hypothese 4** steht. In Bezug auf den Karamellduft allerdings reagierten die essgestörten Patienten mit einer kleineren Amplitude als die ungezügelter Esser, wodurch wiederum **Hypothese 4** unterstützt wird.

Das Ergebnis der Aufspaltung befindet sich in Tabelle 5.41. Tabelle 5.42 enthält die Mittelwerte und Standardabweichungen der P3-Amplituden beider Gruppen auf jeden der drei Düfte. Der Vollständigkeit halber sind zusätzlich die Werte der Gruppe „gezügelter Esser“ aufgeführt. In Abbildung 5.19 ist der Interaktionseffekt graphisch dargestellt.

Tabelle 5.41 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Duft“ für die Amplitude der P3 im CSEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die drei Stufen von „Duft“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Duft	2.74	2	38	0.077	0.510
Gruppe in Rose	2.87	1	19	0.107	0.362
Gruppe in Zwiebel	0.04	1	19	0.850	0.054
Gruppe in Karamell	5.77	1	19	0.027	0.625

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.42 Mittelwerte und Standardabweichungen der Amplitude der P3 im CSEKP auf die drei Düfte, getrennt für die drei Gruppen

Gruppe \ Duft	Rose		Zwiebel		Karamell	
	M	SD	M	SD	M	SD
UE	<u>5.48</u>	2.67	5.70	2.36	<u>7.30</u>	2.83
RE	4.24	3.12	<u>5.27</u>	1.45	4.71	2.27
PE	<u>3.63</u>	1.96	<u>5.89</u>	1.94	<u>4.49</u>	2.16

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelter Esser; PE: essgestörte Patienten;

M: Mittelwert (Maximale Ausprägung durchgehend, minimale Ausprägung unterbrochen unterstrichen); SD: Standardabweichung

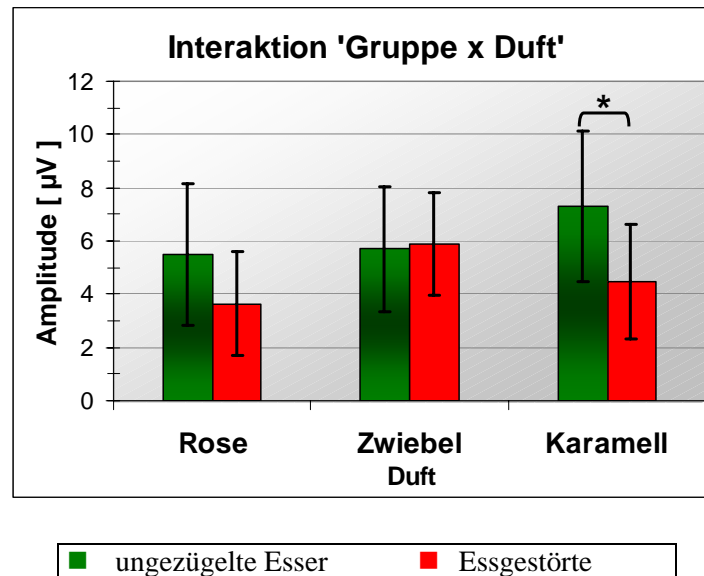


Abbildung 5.19 Amplitude der P3 in Reaktion auf die Düfte „Rose“, „Zwiebel“ und „Karamell“ bei den Gruppen „UE“ und „PE“

5.2.1.2.2 Vergleich von ungezügelt und gezügelten Essern

Latenzen

Da es in der vorangegangenen Varianzanalyse mit den beiden Extremgruppen der ungezügelt Esser und essgestörten Patienten für keine der untersuchten Komponenten zu einer signifikanten Interaktion der Faktoren „Gruppe“ und „Duft“ bezüglich der Latenz gekommen war, wurden in dieser Analyse keine weiteren Untersuchungen zur Latenz durchgeführt.

Amplituden

In der vorausgegangenen gruppenspezifischen ANOVA (UE und PE) wurde die Interaktion der Faktoren „Gruppe“ und „Duft“ für die Amplitude der P3 signifikant, so dass hier nur diese weiter untersucht wird. Bei einer Betrachtung der Potentiale an den einzelnen Elektrodenfeldern scheint zwar vor allem für den Karamellgeruch ein Unterschied zwischen den gezügelten und ungezügelt Esserinnen zu bestehen, allerdings wurde die Interaktion nicht signifikant. Somit erfolgte auch keine weitere Aufteilung der Düfte.

5.2.1.2.3 Vergleich von gezügelten Essern und Essgestörten

Latenzen

Auch hier wurden aufgrund der fehlenden Voraussetzung einer signifikanten Interaktion „Gruppe x Duft“ in der ersten gruppenspezifischen ANOVA keine weiteren Berechnungen angestellt.

Amplituden

Ebenso wie in der zuvor beschriebenen ANOVA kam es auch in dieser gruppenspezifischen Analyse bezüglich der untersuchten P3-Amplitude zu keiner statistisch bedeutsamen Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Duft“.

5.2.1.2.4 Zusammenfassung der hypothesenbezogenen Ergebnisse

Die Ergebnisse der gruppen- und nahrungsbezogenen Auswertung bestätigen weitgehend die Effekte, die bereits bei der rein deskriptiven Betrachtung der Potentiale ins Auge fielen. In der Gesamt-ANOVA kam es zu signifikanten Unterschieden zwischen den ungezügelten Esserinnen auf der einen und den gezügelten sowie essgestörten Frauen auf der anderen Seite. Letztere hingegen differierten nicht statistisch bedeutsam voneinander, sondern zeigten beide verminderte P3-Amplituden. In der gruppenspezifischen Varianzanalyse ist eine geringere Ausprägung der P3-Amplitude bei den essgestörten Patienten im Vergleich zu den ungezügelten Essern für den Karamellgeruch nachweisbar. Dieses Ergebnis unterstützt **Hypothese 4**, in der angenommen wird, dass es bei der Verarbeitung angenehmer Nahrungsreize zu Unterschieden zwischen ungezügelten Essern und Essgestörten kommen sollte.

5.2.2 Visuell ereignis-korreliertes Potential

In diesem Abschnitt sollen die Ergebnisse der varianzanalytischen Untersuchungen der VEKPs in Reaktion auf die Darbietung der Reize der vier Bildkategorien „Landschaft“, „Ekel“, „Herzhaft“ und „Süß“ berichtet werden. Analog zur Darstellung der CSEKPs in Abschnitt 5.2.1 wird auch hier zunächst ein kurzer Überblick gegeben, in dem die mittleren Potentiale an den neun Elektrodenpools der drei Gruppen „ungezügelter Esser (UE)“, „gezügelter Esser (RE)“ und „essgestörte Patienten (PE)“ getrennt für jede Bildkategorie dargestellt werden. Die neun Potentialmittelwerte sind in den folgenden Abbildungen wiederum entsprechend ihrer lokalen Verteilung auf dem Kopf angeordnet. Das Potential links oben entspricht also der Aufzeichnung an der Position „anterior links“. Darunter befindet sich die Position „zentral links“ usw. Positivität ist jeweils nach unten, Negativität nach oben abgetragen. Der Zeitpunkt 0 auf der x-Achse kennzeichnet den Reizbeginn, die Darbietungszeit betrug 400 ms. Abbildung 5.20 stellt die VEKPs der drei Gruppen für die Präsentation der Bilder der Klasse „Landschaft“ graphisch dar. Abbildung 5.21 enthält die entsprechenden Potentiale für die Bildkategorie „Ekel“. Abbildung 5.22 und Abbildung 5.23 zeigen die Potentialverläufe der VEKPs in Reaktion auf die Bilder der beiden Nahrungskategorien „Herzhaft“ und „Süß“.

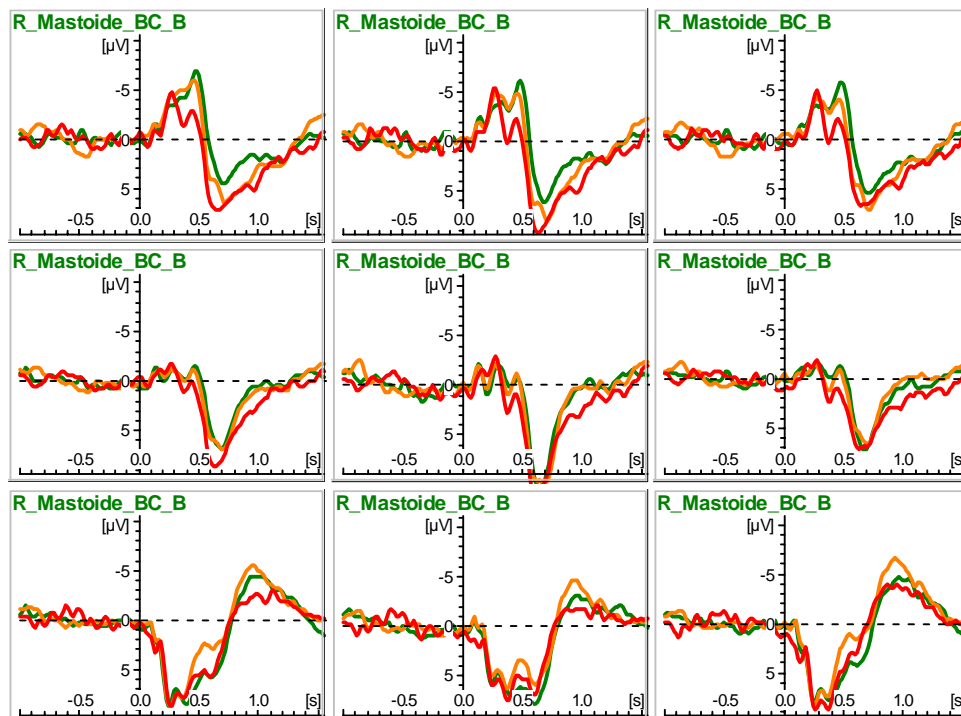


Abbildung 5.20 VEKP auf Bilder der Kategorie „Landschaft“
UE (N = 13): grün; RE (N = 9): orange; PE (N = 9): rot

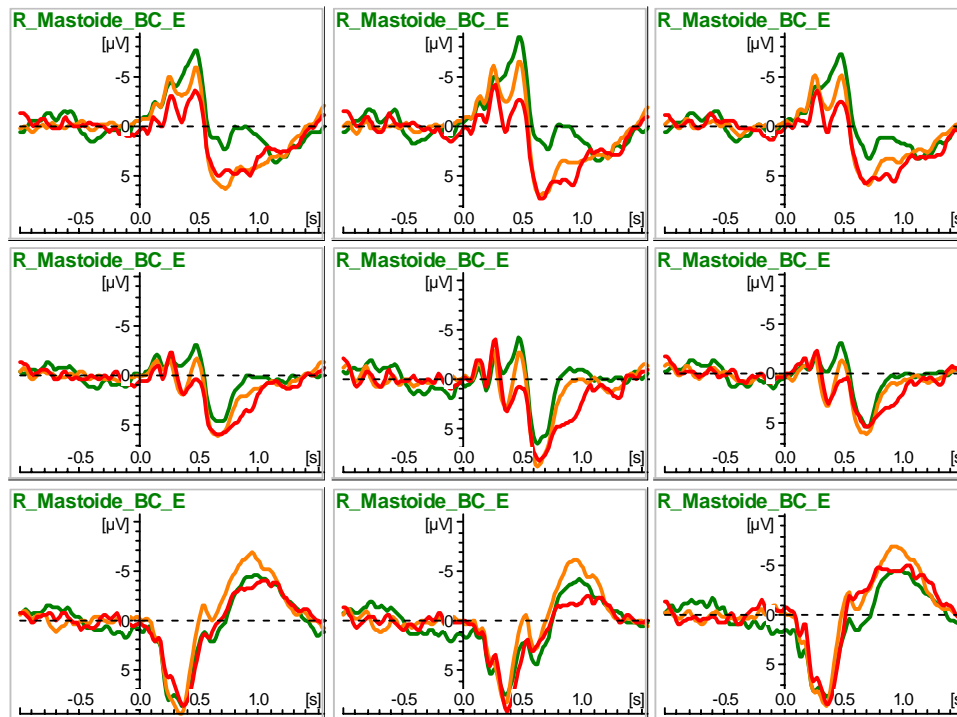


Abbildung 5.21 VEKP auf Bilder der Kategorie „Ekel“
 UE (N = 13): grün; RE (N = 9): orange; PE (N = 9): rot

Insgesamt fallen Gruppenunterschiede bei den VEKPs nicht ganz so deutlich ins Auge wie bei den CSEKPs. Meist sind sie frontal am deutlichsten zu erkennen und schwächen sich nach posterior hin ab. Bei der Betrachtung der Potentiale in Reaktion auf die Kontrollreize der Kategorien „Landschaft“ und „Ekel“ lassen sich beispielsweise im Zeitbereich der N4 (350 - 550 ms) bei den essgestörten Patienten hauptsächlich im anterioren Bereich kleinere Auslenkungen gegenüber den ungezügeln Essern ausmachen. In diesem Zeitbereich liegt die Amplitude für die gezügelten Esser zumeist zwischen den Werten der beiden Extremgruppen. Für den Zeitbereich der pSW (500 - 800 ms) fällt im frontalen Bereich eine kleinere Amplitude bei den ungezügeln Essern gegenüber den anderen beiden Gruppen auf. Da dies allerdings für alle Bildkategorien erkennbar ist, scheint es sich hierbei nicht um einen bildspezifischen Effekt zu handeln.

Im Zeitfenster der N1 (50 - 200 ms) lassen sich hingegen eher posterior Unterschiede zwischen den essgestörten Patienten und den ungezügeln Essern feststellen. Bei den beiden Nahrungskategorien scheinen die Amplituden der Patienten in diesem Bereich stärker ausgeprägt zu sein als die Potentiale der ungezügeln Esser, wobei diese Unterschiede für die Bildkategorie „süß“ auch im zentralen Bereich noch erkennbar sind. Für die Reize der Bildkategorie „Ekel“ ist dieses Verhalten ebenfalls sichtbar. Im Gegensatz dazu kehrt sich der Effekt bei den Bildern der Kategorie Landschaft eher um, so dass die Patienten in Reaktion auf diese Reize kleinere Amplituden aufweisen als die ungezügeln Esser.

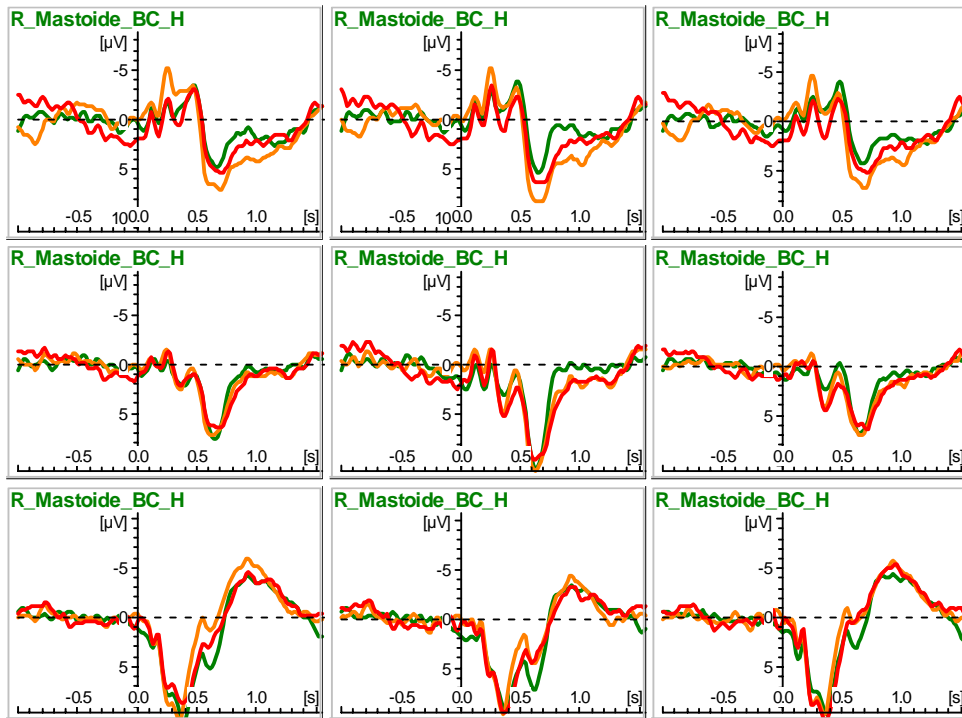


Abbildung 5.22 VEKP auf Bilder der Kategorie „Herzhaft“
 UE (N = 13): grün; RE (N = 9): orange; PE (N = 9): rot

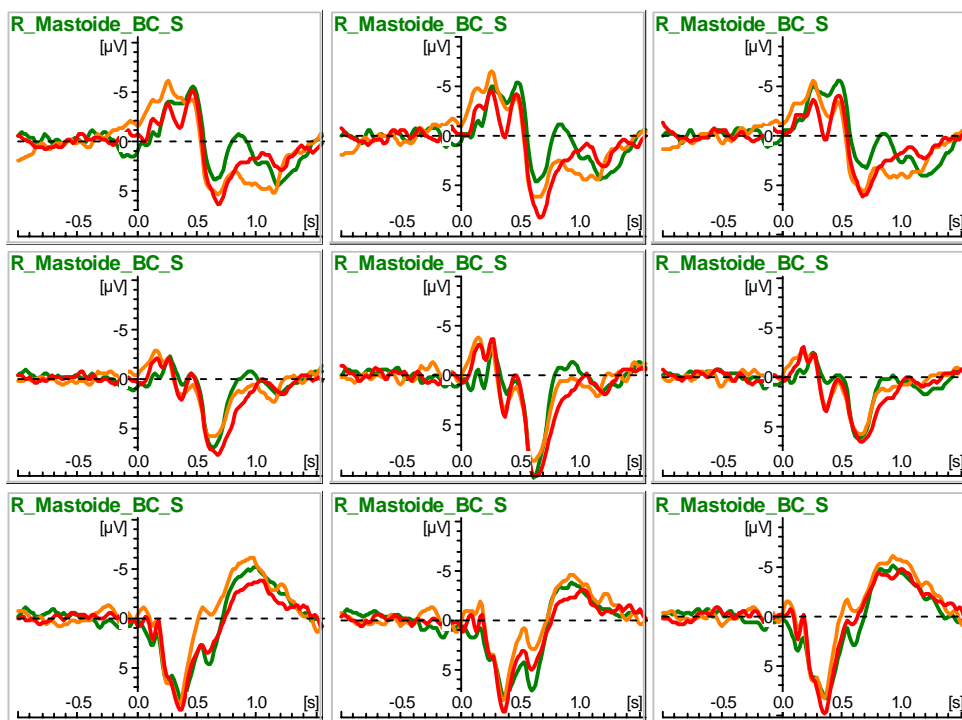


Abbildung 5.23 VEKP auf Bilder der Kategorie „Süß“
 UE (N = 13): grün; RE (N = 9): orange; PE (N = 9): rot

5.2.2.1 Ergebnisse der übergeordneten „Gesamt-ANOVA“

5.2.2.1.1 Topographische Verteilung der Komponenten

Latenzen

Der Haupteffekt des Faktors „Elektrodenposition AP“ wurde für die Latenzen der Komponenten P2, N2, N4 und pSW auf einem α -Niveau von 1 % signifikant. Die Ergebnisse der Varianzanalyse sind in Tabelle 5.43 aufgeführt. Eine Zusammenstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Latenzen für alle detektierten Komponenten an jedem der neun Elektrodenfelder befindet sich in Tabelle 5.44. Zusätzlich sind hier die Mittelwerte der einzelnen Stufen der beiden Positionsfaktoren angegeben.

Tabelle 5.43 Gesamt-ANOVA für die Latenzen der P2, N2, N4 und pSW im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
P2	HE AP	47.50	2	56	0.000	1.000
N2	HE AP	6.62	2	56	0.006	0.897
N4	HE AP	41.78	2	56	0.000	1.000
pSW	HE AP	29.24	2	56	0.000	1.000

HE: Haupteffekt; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Eine Überprüfung der Positionsunterschiede mittels t-Tests zeigte ein ähnliches Muster für die beiden Negativitäten N2 und N4 sowie für die P2:

Frontal traten die Komponenten N2 und N4 mit rund 269 bzw. 462 ms signifikant früher auf als an den posterioren Positionen, wo die Mittelwerte bei 286 bzw. 507 ms lagen (N2: $p < 0.05$; N4: $p < 0.001$). Ebenso fanden sich an den zentralen Elektroden mit durchschnittlich 267 bzw. 462 ms kürzere Latenzen als posterior (N2: $p < 0.01$; N4: $p < 0.001$). Die Resultate der Einzelvergleiche befinden sich in Tabelle 5.45.

Auch die P2 wies mit ca. 233 ms im hinteren Bereich signifikant längere Latenzen auf als zentral und anterior, wo die Werte im Durchschnitt bei 194 bzw. 187 ms lagen (beide Vergleiche: $p < 0.001$). Der Unterschied zwischen zentral und anterior wurde für diese Komponente ebenfalls auf einem Signifikanzniveau von 0.1 % statistisch bedeutsam. Alle relevanten Resultate sind Tabelle 5.45 zu entnehmen.

Tabelle 5.44 Mittelwerte und Standardabweichungen für die Latenzen der Komponenten N1, P2, N2, P3, N4 und pSW des VEKPs an den neun Positionen sowie gemittelt für die Faktorstufen der Faktoren „Elektrodenposition AP“ und „Elektrodenposition LR“

Position AP	Komponente N1 Position LR				Komponente P2 Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	124.19 21.41	126.61 20.70	124.11 22.26	124.97 20.56	184.76 22.84	187.62 23.58	187.42 26.92	186.60 23.73
zentral	127.30 25.81	123.27 20.59	125.85 26.50	125.47 22.75	197.26 23.59	192.38 20.36	193.71 24.57	194.45 20.74
posterior	123.63 35.55	119.35 29.78	123.55 35.17	122.18 30.00	235.44 24.07	226.49 30.12	237.94 24.85	233.29 23.94
gesamt	125.04 17.32	123.08 15.41	124.50 19.16	124.21	205.82 16.19	202.16 18.47	206.36 17.26	204.78
Position AP	Komponente N2 Position LR				Komponente P3 Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	268.75 28.55	269.07 28.98	267.98 28.56	268.60 27.90	358.15 31.22	365.44 29.59	363.15 22.33	362.24 26.17
zentral	269.03 25.44	268.10 22.42	264.60 23.70	267.24 22.04	370.97 27.30	367.62 22.04	365.89 24.29	368.16 24.00
posterior	287.58 26.18	280.36 26.07	289.72 29.09	285.89 24.24	367.90 24.74	373.99 26.79	367.90 23.40	369.93 22.88
gesamt	275.12 19.57	272.51 18.53	274.10 17.51	273.91	365.67 19.92	369.02 20.38	365.65 16.14	366.78
Position AP	Komponente N4 Position LR				Komponente pSW Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	459.15 28.95	463.19 28.22	462.38 28.61	461.57 27.91	671.01 45.39	662.42 38.78	674.11 36.60	669.18 38.58
zentral	460.40 25.25	459.11 25.69	467.26 27.24	462.26 25.08	654.68 38.08	631.37 35.17	661.37 31.38	649.14 30.84
posterior	510.85 24.99	494.60 29.19	515.85 27.00	507.10 23.24	623.75 38.14	616.09 31.17	634.72 39.89	624.85 31.02
gesamt	476.80 18.34	472.30 19.88	481.83 20.46	476.98	649.81 32.68	636.63 29.30	656.73 27.79	647.72

Mittelwert jeweils in der ersten Zeile einer Zelle, Standardabweichung darunter

Tabelle 5.45 Einzelvergleiche zwischen den Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ für die Latenzen der P2, N2 und N4 im VEKP

Komponente	Effekt	t	df	p
P2	anterior < zentral	-2.732	30	0.010
	anterior < posterior	-7.352	30	0.009
	zentral < posterior	-7.575	30	0.000
N2	anterior ⇔ zentral	0.387	30	0.701
	anterior < posterior	-2.588	30	0.015
	zentral < posterior	-3.276	30	0.003
N4	anterior ⇔ zentral	-0.217	30	0.829
	anterior < posterior	-7.005	30	0.000
	zentral < posterior	-7.249	30	0.000

Die Interaktion der beiden Positionsfaktoren, die für die Komponenten P2, N2, und N4 ebenfalls ein signifikantes Ergebnis lieferte (P2, N2: $p < 0.05$; N4: $p < 0.01$), wurde dahingehend aufgespalten, dass der Effekt des Faktors „Elektrodenposition AP“ für jede Stufe des lateralen Faktors getrennt untersucht werden konnte. Da sich hinsichtlich der genannten Komponenten für alle drei Stufen ein signifikantes Ergebnis zeigte (vgl. Tabelle 5.46), wurden anschließend Einzelvergleiche berechnet, deren Resultate die Befunde des Haupteffektes unterstützen und in Tabelle 5.47 aufgeführt sind.

Tabelle 5.46 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Latenzen der P2, N2 und N4 im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
P2	IA AP x LR	3.65	4	112	0.011	0.866
	AP links	49.61	2	60	0.000	1.000
	AP Mitte	32.59	2	60	0.000	1.000
	AP rechts	44.68	2	60	0.000	1.000
N2	IA AP x LR	2.96	4	112	0.025	0.777
	AP links	7.23	2	60	0.002	0.923
	AP Mitte	2.90	2	60	0.063	0.547
	AP rechts	8.83	2	60	0.000	0.965

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.46 Fortsetzung

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N4	IA AP x LR	11.24	4	112	0.000	1.000
	AP links	49.42	2	60	0.000	1.000
	AP Mitte	20.82	2	60	0.000	1.000
	AP rechts	52.41	2	60	0.000	1.000

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.47 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Latenzen der P2, N2 und N4 im CSEKP: getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition LR“

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
P2	links	anterior < zentral	-3.995	30	0.000
		anterior < posterior	-8.041	30	0.000
		zentral < posterior	-6.473	30	0.000
	Mitte	anterior ⇔ zentral	-1.570	30	0.127
		anterior < posterior	-5.834	30	0.000
		zentral < posterior	-6.314	30	0.000
	rechts	anterior ⇔ zentral	-1.662	30	0.107
		anterior < posterior	-7.015	30	0.000
		zentral < posterior	-7.411	30	0.000
N2	links	anterior ⇔ zentral	-0.084	30	0.934
		anterior < posterior	-2.746	30	0.010
		zentral < posterior	-3.001	30	0.005
	Mitte	anterior ⇔ zentral	0.257	30	0.799
		anterior ⇔ posterior	-1.618	30	0.116
		zentral < posterior	-2.133	30	0.041
	rechts	anterior ⇔ zentral	0.726	30	0.473
		anterior < posterior	-2.859	30	0.008
		zentral < posterior	-3.676	30	0.001

Tabelle 5.47 Fortsetzung

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
N4	links	anterior ⇔ zentral	-0.330	30	0.743
		anterior < posterior	-7.382	30	0.000
		zentral < posterior	-7.761	30	0.000
	Mitte	anterior ⇔ zentral	1.249	30	0.221
		anterior < posterior	-4.401	30	0.000
		zentral < posterior	-5.171	30	0.000
	rechts	anterior ⇔ zentral	-1.433	30	0.162
		anterior < posterior	-7.931	30	0.000
		zentral < posterior	-7.409	30	0.000

Bei der pSW ergab sich für den Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ ein umgekehrtes Bild im Vergleich zu den zuvor beschriebenen Komponenten. Sie wies an den parietalen Elektroden mit rund 625 ms die kleinste Latenz auf, die sich in anteriorer Richtung verlängerte, so dass die mittleren Werte zentral 649 ms und anterior 669 ms betragen. Wie aus Tabelle 5.49 (siehe Position „gesamt“) hervorgeht, führten alle drei Einzelvergleiche auf einem α -Niveau von 0.1 % zu einem signifikanten Resultat.

Außerdem fand sich bei der Latenz der pSW auch eine signifikante Interaktion des Faktors „Elektrodenposition AP“ mit dem lateralen Faktor ($p < 0.05$), wobei wiederum der Einfluss des erstgenannten Faktors auf jeder Stufe des Faktors „Elektrodenposition LR“ signifikant wurde. Die Überprüfung der Unterschiede zwischen den einzelnen Faktorstufen führte sowohl auf der rechten und linken Seite als auch bei den mittleren Elektrodenfeldern zum gleichen Ergebnis, wodurch auch für diese Komponente der Haupteffekt bestätigt wird. Die Parameter der Aufteilung der Interaktion mittels bedingter Wechselwirkungen sind in Tabelle 5.48 aufgelistet, die Ergebnisse der Einzelvergleiche finden sich in Tabelle 5.49.

Tabelle 5.48 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Latenz der pSW im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA AP x LR	2.91	4	112	0.025	0.769
AP links	20.29	2	60	0.000	1.000
AP Mitte	30.40	2	60	0.000	1.000
AP rechts	15.66	2	60	0.000	0.999

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.49 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Latenz der pSW im VEKP: gesamt und getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition LR“

Position	Effekt	t	df	p
gesamt	anterior > zentral	4.059	30	0.000
	anterior > posterior	6.210	30	0.000
	zentral > posterior	5.368	30	0.000
links	anterior > zentral	2.302	30	0.028
	anterior > posterior	5.413	30	0.000
	zentral > posterior	4.672	30	0.000
Mitte	anterior > zentral	5.538	30	0.000
	anterior > posterior	6.481	30	0.000
	zentral > posterior	2.916	30	0.007
rechts	anterior > zentral	2.452	30	0.020
	anterior > posterior	4.368	30	0.000
	zentral > posterior	3.911	30	0.000

Für die P2 sowie für die späten Komponenten N4 und pSW wurde ferner der Faktor „Elektrodenposition LR“ signifikant (P2: $p < 0.1$; N4, pSW: $p < 0.001$; vgl. Tabelle 5.50). Die Einzelvergleiche, die in Tabelle 5.51 aufgelistet sind, belegen folgende Verteilung:

Die Latenz der P2 war mit rund 202 ms in der Mitte kürzer als an den beiden Seiten, wo die Mittelwerte bei ca. 206 ms lagen. Auch die N4 und pSW traten über der Scheitellinie mit rund 472 bzw. 637 ms früher auf als an den beiden Seiten (N4: $p < 0.05$; pSW: $p < 0.001$). Darüber hinaus hatten sie links mit 477 bzw. 650 ms signifikant kleinere Latenzen als rechts, wo die mittleren Werte ca. 482 bzw. 657 ms betragen (N4: $p < 0.05$; pSW: $p < 0.1$).

Tabelle 5.50 Gesamt-ANOVA für die Latenzen der P2, N4 und pSW im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition LR“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
P2	HE LR	2.64	2	56	0.084	0.503
N4	HE LR	10.34	2	56	0.000	0.983
pSW	HE LR	22.51	2	56	0.000	1.000

HE: Haupteffekt; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.51 Einzelvergleiche zwischen den Stufen des Faktors „Elektrodenposition LR“ für die Latenzen der P2, N4 und pSW im VEKP

Komponente	Effekt	t	df	p
P2	links > Mitte	2.507	30	0.018
	rechts > Mitte	-2.084	30	0.046
	links ⇔ rechts	-0.260	30	0.797
N4	links > Mitte	2.308	30	0.028
	rechts > Mitte	-4.284	30	0.000
	links < rechts	-2.377	30	0.024
pSW	links > Mitte	4.701	30	0.000
	rechts > Mitte	-7.183	30	0.000
	links < rechts	-1.992	30	0.055

Die bereits oben erwähnte Interaktion der beiden Positionsfaktoren wurde für die drei Komponenten P2, N4 und pSW diesmal so unterteilt, dass der Einfluss des Faktors „Elektrodenposition LR“ separat für die drei Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ untersucht werden konnte. Bei der P2 zeigte sich nur im posterioren Bereich ein statistisch bedeutsames Ergebnis, das mit längeren Latenzen an den beiden Seiten gegenüber der Mittellinie dem Haupteffekt entspricht. Für die N4 und pSW fanden sich dagegen auf allen Stufen signifikante Ergebnisse. Die daraufhin durchgeführten Einzelvergleiche spiegeln größtenteils das frühe Auftreten der Komponenten auf der Scheitellinie im Vergleich zu den beiden Seiten wider. Eine Auflistung der Ergebnisse der varianzanalytischen Aufspaltung der Interaktion befindet sich in Tabelle 5.52, die Einzelvergleiche sind in Tabelle 5.53 zusammengefasst.

Tabelle 5.52 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Latenzen der P2, N4 und pSW im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition LR“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition AP“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
P2	IA AP x LR	3.65	4	112	0.011	0.866
	LR anterior	1.40	2	60	0.254	0.290
	LR zentral	1.39	2	60	0.257	0.287
	LR posterior	5.83	2	60	0.005	0.856

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.52 Fortsetzung

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N4	IA AP x LR	11.24	4	112	0.000	1.000
	LR anterior	2.44	2	60	0.096	0.473
	LR zentral	7.80	2	60	0.001	0.941
	LR posterior	13.07	2	60	0.000	0.996
pSW	IA AP x LR	2.91	4	112	0.025	0.769
	LR anterior	5.18	2	60	0.008	0.809
	LR zentral	18.79	2	60	0.000	1.000
	LR posterior	4.81	2	60	0.012	0.778

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.53 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition LR“ getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Latenzen der P2, N4 und pSW im VEKP

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
P2	posterior	links > Mitte	2.521	30	0.017
		rechts > Mitte	-2.996	30	0.005
		links ⇔ rechts	-0.788	30	0.437
N4	anterior	links < Mitte	-3.045	30	0.005
		rechts ⇔ Mitte	0.344	30	0.733
		links ⇔ rechts	-1.625	30	0.115
	zentral	links ⇔ Mitte	0.578	30	0.567
		rechts > Mitte	-4.197	30	0.000
		links < rechts	-2.797	30	0.009
	posterior	links > Mitte	3.808	30	0.001
		rechts > Mitte	-4.659	30	0.000
		links ⇔ rechts	-1.189	30	0.244
pSW	anterior	links > Mitte	2.246	30	0.032
		rechts > Mitte	-3.518	30	0.001
		links ⇔ rechts	-0.757	30	0.455
	zentral	links > Mitte	4.603	30	0.000
		rechts > Mitte	-5.736	30	0.000
		links ⇔ rechts	-1.308	30	0.201

Tabelle 5.53 Fortsetzung

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
pSW	posterior	links \Leftrightarrow Mitte	1.615	30	0.117
		rechts $>$ Mitte	-2.849	30	0.008
		links \Leftrightarrow rechts	-1.651	30	0.109

Für die Latenz der P3 wurde lediglich die Interaktion der beiden Positionsfaktoren signifikant ($p < 0.05$), die anschließend in beide Richtungen aufgespalten wurde. Dabei zeigte sich für die Untersuchung des Faktors „Elektrodenposition AP“ innerhalb jeder der Stufen des Faktors „Elektrodenposition LR“ nur auf der linken Seite ein signifikantes Resultat ($p < 0.1$). Die Einzelvergleiche mittels t-Tests ergaben, dass die Latenz anterior mit ca. 358 ms signifikant kürzer war als zentral, wo ihr mittlerer Wert rund 370 ms betrug ($p < 0.01$).

Die Unterteilung in die andere Richtung führte für die anterioren und posterioren Elektrodenfelder zu einem signifikanten Ergebnis ($p < 0.1$). In den Einzelvergleichen fand sich für den anterioren Bereich, dass die Latenz auf der linken Seite mit durchschnittlich 358 ms signifikant kleiner war als mit auf der Mittellinie (365 ms). Posterior trat die Komponente sowohl links als auch rechts mit einem Mittelwert von 368 ms früher auf als an der Mittellinie, wo ihre durchschnittliche Latenz 374 ms betrug.

Tabelle 5.54 Aufspaltungen der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Latenz der P3 im VEKP: Haupteffekte von „Elektrodenposition AP“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“ und „Elektrodenposition LR“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition AP“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA AP x LR	2.93	4	112	0.028	0.772
AP links	2.44	2	60	0.096	0.472
AP Mitte	1.19	2	60	0.310	0.252
AP rechts	0.41	2	60	0.663	0.114
LR anterior	2.93	2	60	0.061	0.551
LR zentral	1.45	2	60	0.243	0.299
LR posterior	2.50	2	60	0.091	0.482

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.55 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition AP“ auf der linken Seite sowie zwischen den Stufen von „Elektrodenposition LR“ an den Positionen „anterior“ und „posterior“ für die Latenz der P3 im VEKP

Position	Effekt	t	df	p
links	anterior < zentral	-3.427	30	0.002
	anterior ⇔ posterior	-1.290	30	0.207
	zentral ⇔ posterior	0.489	30	0.628
anterior	links < Mitte	-2.651	30	0.013
	rechts ⇔ Mitte	0.735	30	0.468
	links ⇔ rechts	-1.498	30	0.145
posterior	links < Mitte	-2.253	30	0.032
	rechts < Mitte	2.033	30	0.051
	links ⇔ rechts	0.000	30	1.000

Amplituden

Für die Amplituden aller untersuchten Komponenten fand sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Elektrodenposition AP“ ($p < 0.01$). Die Parameter der Varianzanalysen sind in Tabelle 5.56 aufgeführt. Die Amplitudenverteilung (Mittelwerte und Standardabweichungen) der einzelnen Komponenten über den Kopf ist in Tabelle 5.57 wiedergegeben.

Tabelle 5.56 Gesamt-ANOVA für die Amplituden der N1, P2, N2, P3, N4 und pSW im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N1	HE AP	10.87	2	56	0.001	0.987
P2	HE AP	142.07	2	56	0.000	1.000
N2	HE AP	105.74	2	56	0.000	1.000
P3	HE AP	91.07	2	56	0.000	1.000
N4	HE AP	35.07	2	56	0.000	1.000
pSW	HE AP	20.23	2	56	0.000	1.000

HE: Haupteffekt; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.57 Mittelwerte und Standardabweichungen für die Amplituden der Komponenten N1, P2, N2, P3, N4, pSW des VEKPs an den neun Positionen sowie gemittelt für die Stufen der Faktoren „Elektrodenposition AP“ und „Elektrodenposition LR“

Position AP	Komponente N1 Position LR				Komponente P2 Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	-2.14	-2.72	-2.02	-2.29	0.30	-0.02	0.21	0.17
	1.71	1.53	1.47	1.48	2.79	2.65	2.37	2.53
zentral	-1.75	-2.34	-1.52	-1.87	0.57	1.72	0.68	0.99
	1.43	1.78	1.28	1.36	2.76	3.26	2.16	2.54
posterior	-0.08	-1.10	-0.23	-0.47	7.70	5.77	7.72	7.06
	2.22	2.84	2.50	2.40	3.28	3.21	3.44	3.01
gesamt	-1.32	-2.05	-1.26	-1.54	2.86	2.49	2.87	2.74
	1.38	1.62	1.26		2.51	2.63	2.23	
Position AP	Komponente N2 Position LR				Komponente P3 Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	-4.98	-5.68	-4.76	-5.14	-1.17	-0.46	-0.51	-0.72
	5.03	4.97	4.61	4.82	5.40	5.28	4.73	5.06
zentral	-2.28	-3.26	-2.24	-2.59	2.00	3.46	2.84	2.77
	3.94	4.68	3.47	3.84	3.68	4.54	3.40	3.62
posterior	6.00	3.84	5.85	5.23	9.30	8.83	9.16	9.10
	3.43	3.94	3.66	3.46	3.17	3.64	3.32	3.20
gesamt	-0.42	-1.70	-0.38	-0.83	3.38	3.94	3.83	3.72
	3.47	3.91	3.07		3.39	3.92	3.10	
Position AP	Komponente N4 Position LR				Komponente pSW Position LR			
	links	Mitte	rechts	gesamt	links	Mitte	rechts	gesamt
anterior	-5.70	-5.81	-5.10	-5.54	6.39	7.50	6.14	6.67
	4.70	4.96	4.38	4.57	3.67	4.49	3.76	3.88
zentral	-1.19	-1.40	-1.03	-1.21	7.38	10.27	6.95	8.20
	2.88	4.10	2.71	2.99	2.78	4.04	2.68	3.01
posterior	1.94	2.30	0.51	1.59	3.78	5.90	2.17	3.95
	3.75	3.86	3.44	3.50	4.00	4.06	3.68	3.79
gesamt	-1.65	-1.63	-1.87	-1.72	5.85	7.89	5.09	6.27
	2.58	3.36	2.30		2.47	3.36	2.33	

Mittelwert jeweils in der ersten Zeile einer Zelle, Standardabweichung darunter

Für die drei Negativitäten N1, N2 und N4 ergab sich eine ähnliche topographische Verteilung, wobei die Amplituden frontal (N1: $-2.3 \mu\text{V}$; N2, N4: ca. -5 bis $-5.5 \mu\text{V}$) die stärkste Ausprägung aufwiesen und sich über zentral nach posterior (N1: $-0.5 \mu\text{V}$; N2: $5.2 \mu\text{V}$; N4: $1.6 \mu\text{V}$) hin abschwächten. Dieser Gradient wurde durch die Einzelvergleiche bestätigt (siehe Tabelle 5.58), die fast überall ein Signifikanzniveau von 0.1 % erreichten. Lediglich bei der N1 wurde der Vergleich zwischen anterior und zentral nur tendenziell signifikant ($p < 0.1$).

Tabelle 5.58 Einzelvergleiche zwischen den Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ für die Amplituden der N1, N2 und N4 im VEKP

Komponente	Effekt	t	df	p
N1	anterior > zentral	-1.903	30	0.067
	anterior > posterior	-3.745	30	0.001
	zentral > posterior	-3.640	30	0.001
N2	anterior > zentral	-5.866	30	0.000
	anterior > posterior	-10.800	30	0.000
	zentral > posterior	-12.234	30	0.000
N4	anterior > zentral	-7.197	30	0.000
	anterior > posterior	-6.291	30	0.000
	zentral > posterior	-4.254	30	0.000

Vergleichsoperatoren beziehen sich bei Negativitäten auf mit -1 multiplizierte Amplitudenwerte

Für die N2 und N4 war die Interaktion der beiden Positionsfaktoren ebenfalls statistisch bedeutsam (N2: $p < 0.01$; N4: $p < 0.001$). Daraufhin wurde überprüft, ob sich der Effekt des Faktors „Elektrodenposition AP“ in allen Stufen des Faktors „Elektrodenposition LR“ wiederfinden lässt. Es ergab sich hierbei für jede Stufe des lateralen Faktors ein signifikantes Resultat ($p < 0.001$), so dass Einzelvergleiche zwischen den anterioren, zentralen und posterioren Elektrodenfeldern angeschlossen wurden. Für beide Komponenten unterstützten alle t-Tests den beschriebenen Haupteffekt. Die Resultate der ANOVAs sind in Tabelle 5.59 enthalten, während die durchgeführten Einzelvergleiche in Tabelle 5.60 aufgeführt sind.

Tabelle 5.59 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Amplituden der N2 und N4 im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N2	IA AP x LR	4.44	4	112	0.002	0.929
	AP links	122.78	2	60	0.000	1.000
	AP Mitte	93.70	2	60	0.000	1.000
	AP rechts	102.77	2	60	0.000	1.000
N4	IA AP x LR	14.22	4	112	0.000	1.000
	AP links	37.60	2	60	0.000	1.000
	AP Mitte	46.10	2	60	0.000	1.000
	AP rechts	23.20	2	60	0.000	1.000

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.60 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Amplituden der N2 und N4 im VEKP: getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition LR“

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
N2	links	anterior > zentral	-5.874	30	0.000
		anterior > posterior	-11.155	30	0.000
		zentral > posterior	-12.778	30	0.000
	Mitte	anterior > zentral	-4.861	30	0.000
		anterior > posterior	-10.180	30	0.000
		zentral > posterior	-10.638	30	0.000
	rechts	anterior > zentral	-5.692	30	0.000
		anterior > posterior	-10.177	30	0.000
		zentral > posterior	-11.321	30	0.000
N4	links	anterior > zentral	-6.787	30	0.000
		anterior > posterior	-6.408	30	0.000
		zentral > posterior	-4.467	30	0.000
	Mitte	anterior > zentral	-6.574	30	0.000
		anterior > posterior	-7.230	30	0.000
		zentral > posterior	-5.595	30	0.000
	rechts	anterior > zentral	-7.763	30	0.000
		anterior > posterior	-4.480	30	0.000
		zentral > posterior	-2.070	30	0.047

Vergleichsoperatoren beziehen sich bei Negativitäten auf mit -1 multiplizierte Amplitudenwerte

Die Spannungsverteilungen über den Kopf für die drei Negativitäten werden in den folgenden Schaubildern illustriert (siehe Abbildung 5.24 für die N1, Abbildung 5.25 für die N2 und Abbildung 5.26 für die N4). Es handelt sich hierbei jeweils um zwölf Aufsichten auf den Kopf (oberer Teil entspricht immer dem anterioren Bereich), die getrennt für jede der drei Gruppen und für jede der vier Bildkategorien erstellt wurden. Auf dem Farbspektrum, das sich auf den Bereich von -10 bis +10 μV bezieht, sind negative Potentialwerte in blauvioletter und positive Werte in rötlicher Farbe dargestellt. Der Bereich um die Baseline wird durch grünliche Farbtöne charakterisiert.

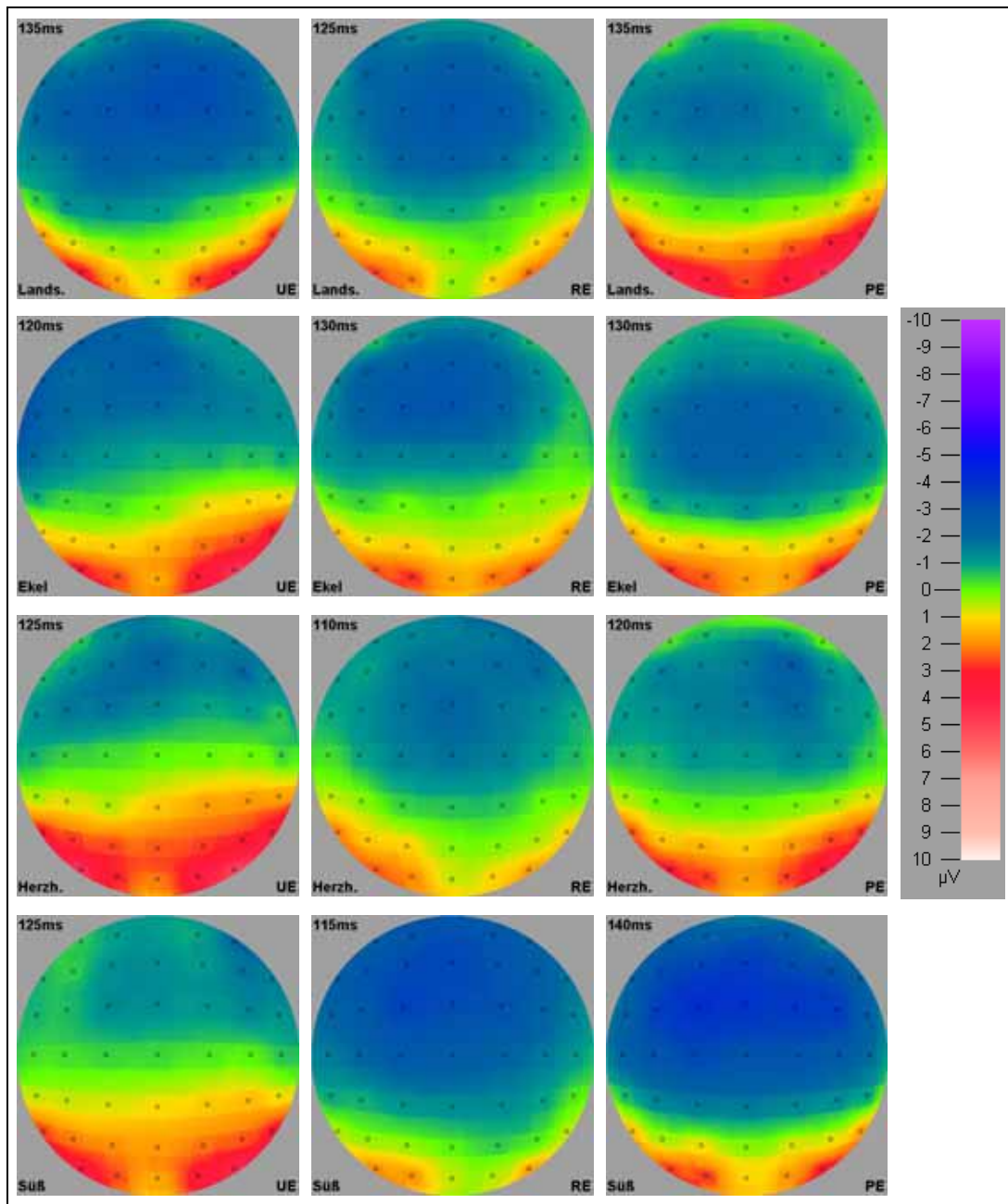


Abbildung 5.24 Spannungsverteilung über den Kopf im Zeitintervall der N1, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Bildkategorien

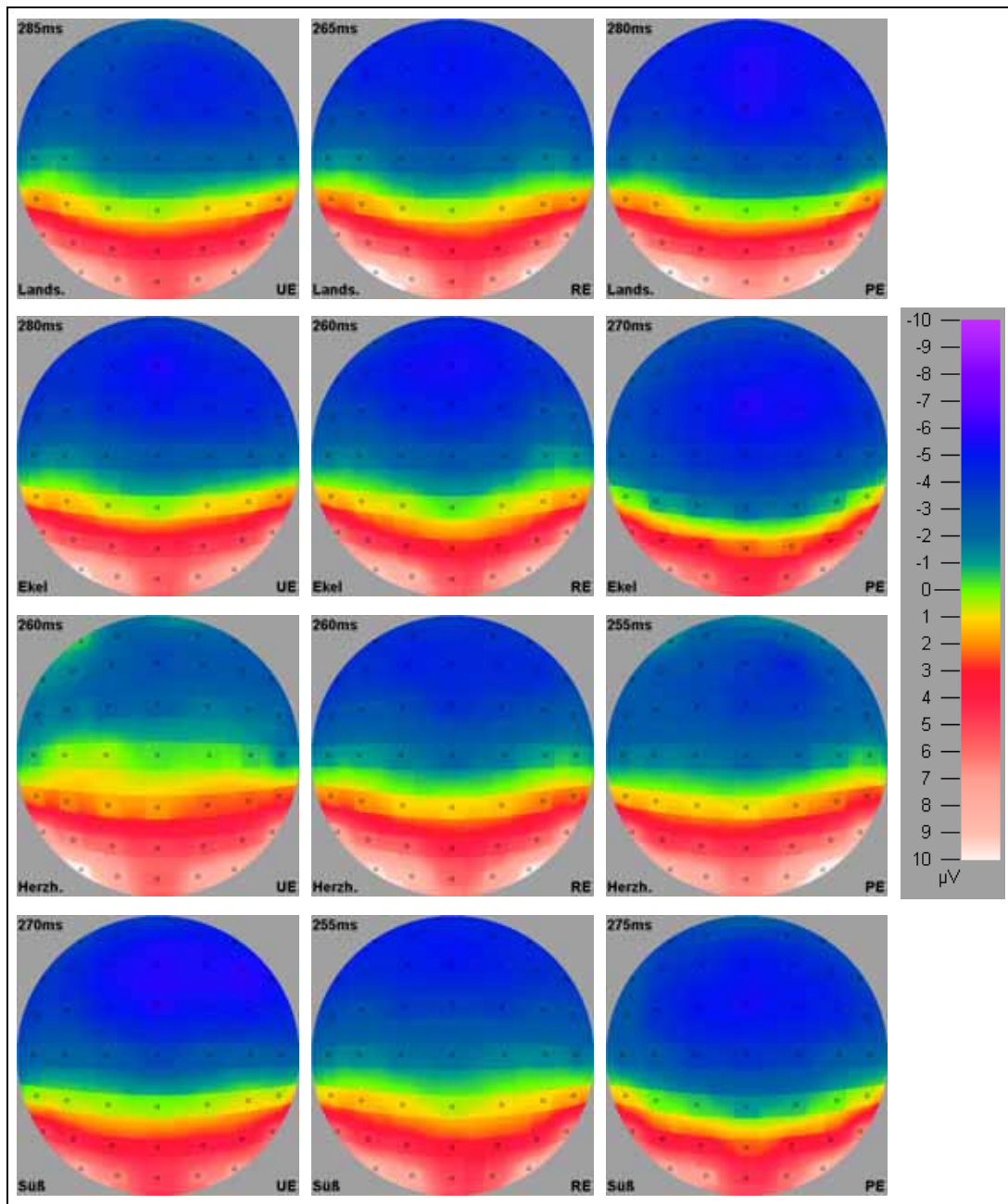


Abbildung 5.25 Spannungsverteilung über den Kopf im Zeitintervall der N2, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Bildkategorien

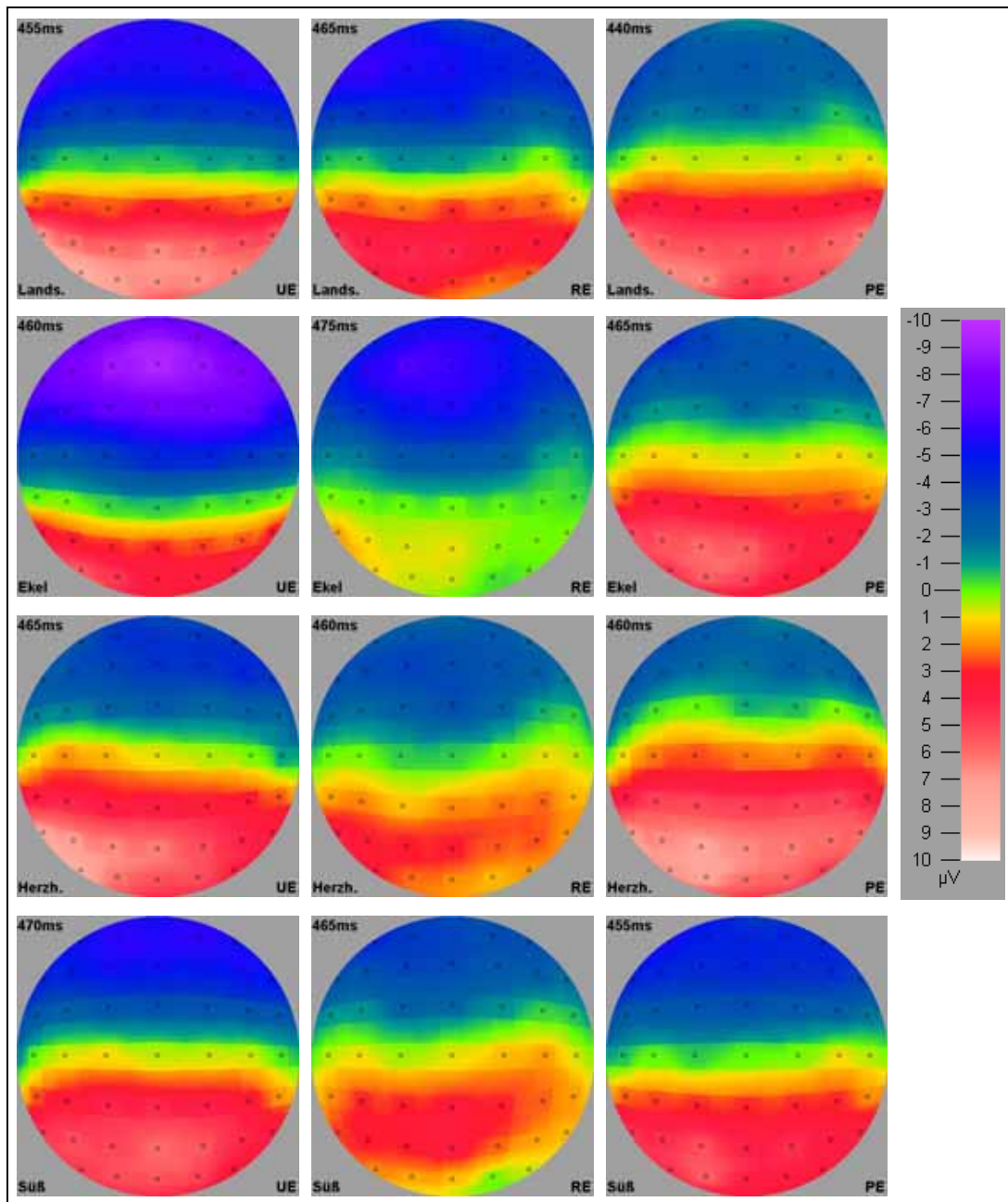


Abbildung 5.26 Spannungverteilung über den Kopf im Zeitintervall der N4, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Bildkategorien

Auch für die Positivitäten P2 und P3 zeigte sich eine vergleichbare Topographie. Die Komponenten erreichten parietal ein Maximum von durchschnittlich 7 bzw. 9 μV und verringerten sich über zentral nach anterior, wo sie mit Mittelwerten von 0.2 bzw. -0.7 μV quasi nicht mehr nachweisbar waren. Aufgrund dieser hohen Amplitudenunterschiede wurden nahezu alle durchgeführten Einzelvergleiche, deren Ergebnisse in Tabelle 5.61 zusammengefasst sind, auf einem α -Niveau von 0.1 % signifikant.

Die Aufteilung der signifikanten Interaktion der Faktoren „Elektrodenposition AP“ und „Elektrodenposition LR“ ($p < 0.001$) erbrachte auf allen drei Stufen des lateralen Faktors ein statistisch bedeutsames Ergebnis des Faktors „Elektrodenposition AP“ ($p < 0.001$). Dabei wurde für beide Komponenten das beim Haupteffekt beschriebene Amplitudengefälle von posterior nach anterior nahezu komplett bestätigt. Die Parameter der varianzanalytischen Untersuchung der Interaktion finden sich in Tabelle 5.62, während Tabelle 5.63 die angeschlossenen Einzelvergleiche beinhaltet.

Tabelle 5.61 Einzelvergleiche zwischen den Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ für die Amplituden der P2 und P3 im VEKP

Komponente	Effekt	t	df	p
P2	anterior < zentral	-3.023	30	0.005
	anterior < posterior	-12.905	30	0.000
	zentral < posterior	-13.260	30	0.000
P3	anterior < zentral	-7.271	30	0.000
	anterior < posterior	-10.227	30	0.000
	zentral < posterior	-10.585	30	0.000

Tabelle 5.62 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Amplituden der P2 und P3 im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
P2	IA AP x LR	21.08	4	112	0.000	1.000
	AP links	149.38	2	60	0.000	1.000
	AP Mitte	74.64	2	60	0.000	1.000
	AP rechts	151.81	2	60	0.000	1.000
P3	IA AP x LR	8.02	4	112	0.000	0.998
	AP links	96.93	2	60	0.000	1.000
	AP Mitte	85.64	2	60	0.000	1.000
	AP rechts	92.70	2	60	0.000	1.000

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.63 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Amplituden der P2 und P3 im VEKP: getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition LR“

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
P2	links	anterior ⇔ zentral	-0.948	30	0.351
		anterior < posterior	-12.113	30	0.000
		zentral < posterior	-14.258	30	0.000
	Mitte	anterior < zentral	-5.019	30	0.000
		anterior < posterior	-10.705	30	0.000
		zentral < posterior	-7.434	30	0.000
	rechts	anterior < zentral	-1.717	30	0.096
		anterior < posterior	-12.535	30	0.000
		zentral < posterior	-13.589	30	0.000
P3	links	anterior < zentral	-5.533	30	0.000
		anterior < posterior	-10.032	30	0.000
		zentral < posterior	-12.058	30	0.000
	Mitte	anterior < zentral	-7.397	30	0.000
		anterior < posterior	-9.972	30	0.000
		zentral < posterior	-8.766	30	0.000
	rechts	anterior < zentral	-7.846	30	0.000
		anterior < posterior	-10.047	30	0.000
		zentral < posterior	-9.401	30	0.000

Abbildung 5.27 und Abbildung 5.28 veranschaulichen die Spannungsverteilungen über den Kopf im Latenzbereich der P2 bzw. der P3 getrennt für die drei Gruppen und vier Bildklassen. Bei jeder der 12 Aufsichten auf den Kopf befindet sich der anteriore Bereich im oberen Teil. Negativität wird durch blau-violette und Positivität durch rötliche Farbtöne repräsentiert. Die Farbskala erstreckt sich über einen Bereich von $-10\mu\text{V}$ bis $+10\mu\text{V}$.

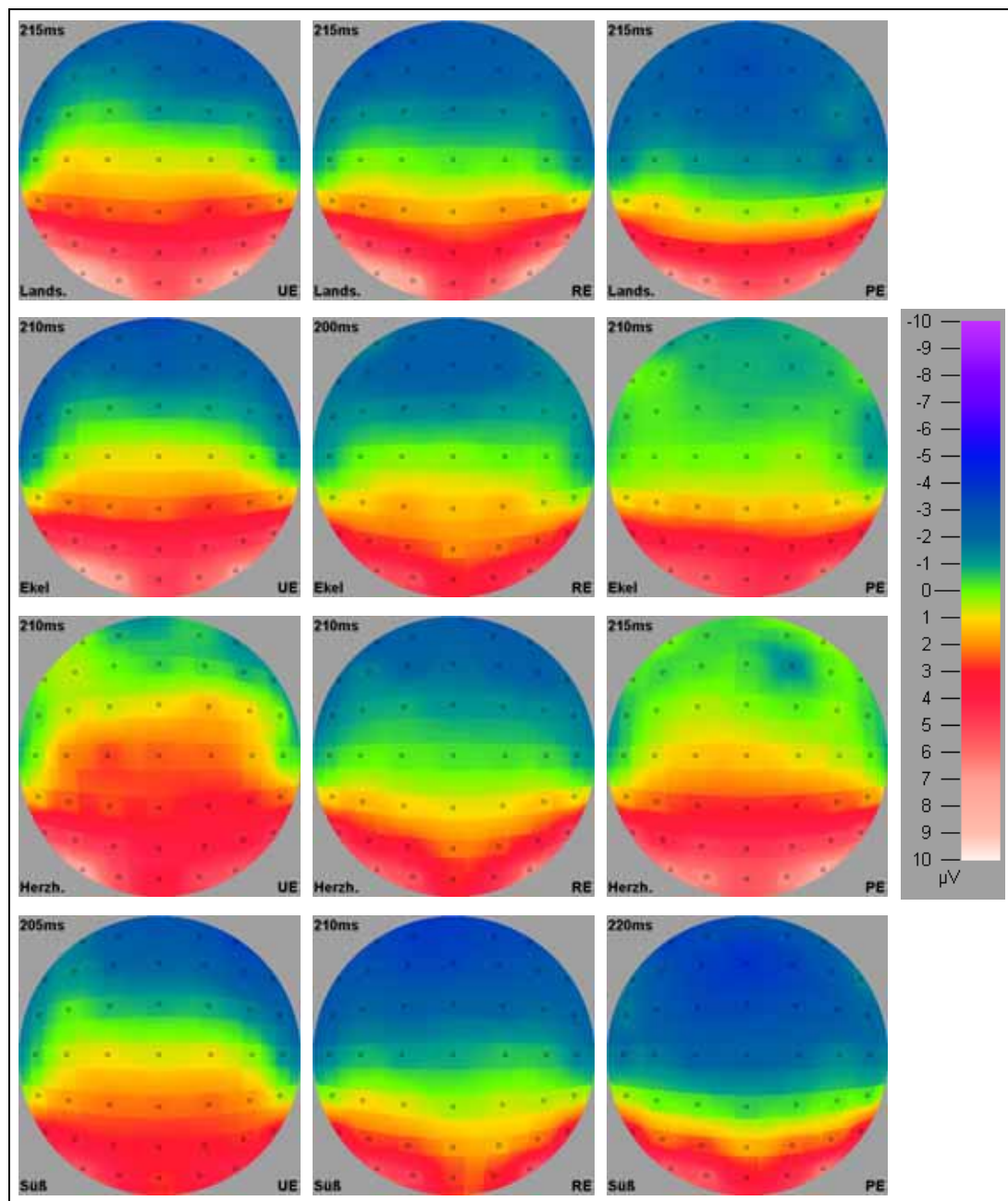


Abbildung 5.27 Spannungsverteilung über den Kopf im Zeitintervall der P2, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Bildkategorien

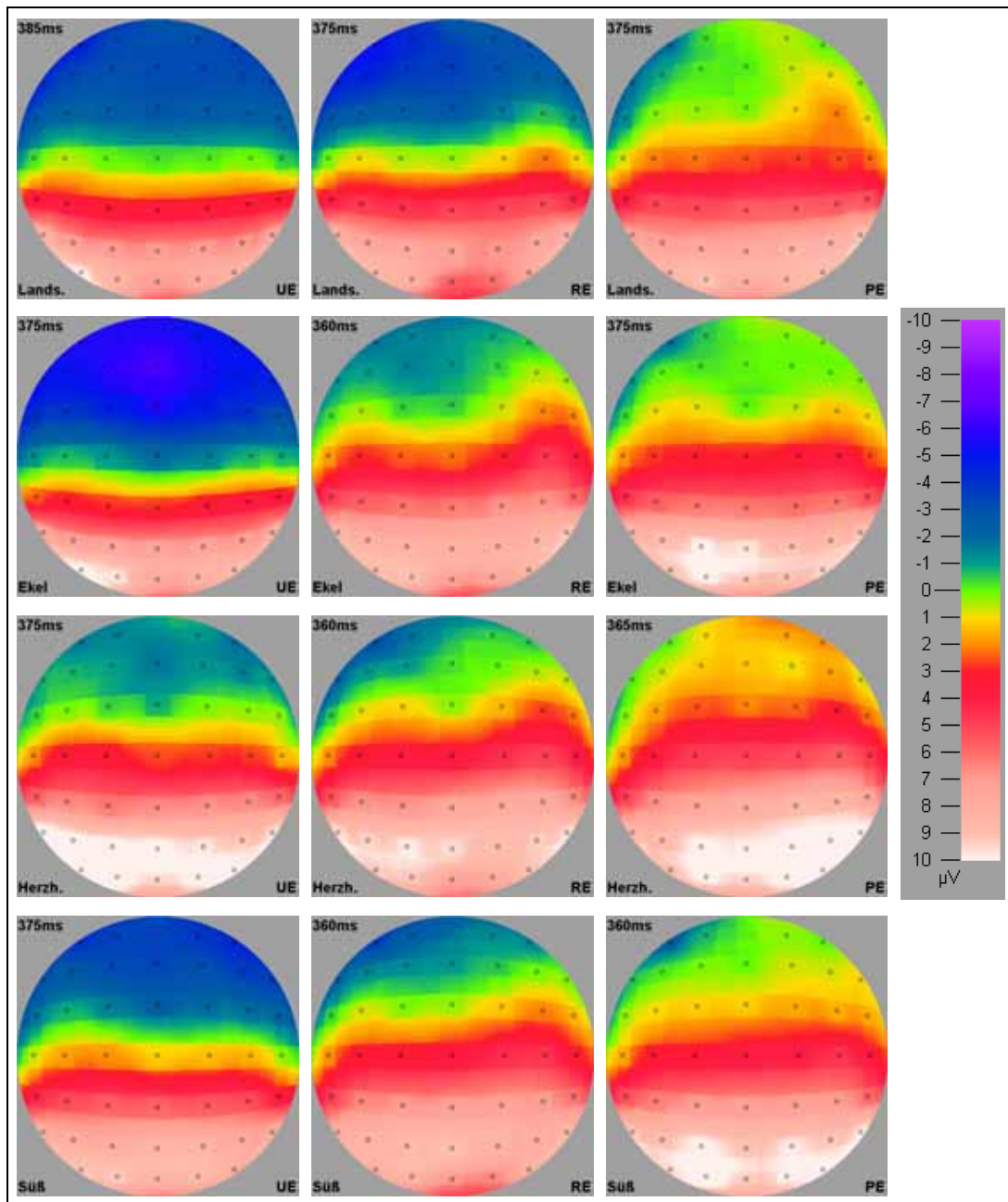


Abbildung 5.28 Spannungverteilung über den Kopf im Zeitintervall der P3, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Bildkategorien

Für die pSW ergab sich im Gegensatz zu den anderen beiden Positivitäten eine zentrale Dominanz mit einer mittleren Amplitude von ca. $10 \mu\text{V}$. An den anterioren ($p < 0.01$) und posterioren ($p < 0.001$) Positionen waren die Amplitudenmittelwerte mit 7.5 und $6 \mu\text{V}$ dagegen signifikant kleiner ausgeprägt. Zudem erwies sich auch die Differenz zwischen vorderem und hinterem Elektrodenfeld auf einem α -Niveau von 5% als statistisch bedeutsam (vgl. Tabelle 5.64).

Tabelle 5.64 Einzelvergleiche zwischen den Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ für die Amplitude der pSW im VEKP

Effekt	t	df	p
anterior < zentral	-2.908	30	0.007
anterior > posterior	2.646	30	0.013
zentral > posterior	6.913	30	0.000

Dieser Haupteffekt ließ sich durch die Aufspaltung der signifikanten Interaktion der beiden Positionsfaktoren ($p < 0.001$) weitgehend bestätigen, da in allen drei Stufen des Faktors „Elektrodenposition LR“ größere Potentiale an den zentralen verglichen mit den posterioren Elektrodenfeldern ($p < 0.001$) auftraten. Weiterhin wurde der Unterschied zwischen den anterioren und den posterioren Pools auf der rechten ($p < 0.001$) und linken Seite ($p < 0.05$) statistisch bedeutsam. In der Mitte waren zudem die Amplituden im zentralen Elektrodenfeld größer als im anterioren ($p < 0.001$). Die Parameter der varianzanalytischen Auswertung sind in Tabelle 5.65 zusammengestellt. Eine Auflistung der Einzelvergleiche ist Tabelle 5.66 zu entnehmen.

Tabelle 5.65 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Amplitude der pSW im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition AP“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA AP x LR	16.15	4	112	0.000	1.000
AP links	11.36	2	60	0.000	0.991
AP Mitte	15.90	2	60	0.000	0.999
AP rechts	21.80	2	60	0.000	1.000

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.66 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Amplituden der pSW im VEKP: getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition LR“

Position	Effekt	t	df	p
links	anterior < zentral	-1.915	30	0.065
	anterior > posterior	2.452	30	0.020
	zentral > posterior	5.509	30	0.000

Tabelle 5.66 Fortsetzung

Position	Effekt	t	df	p
Mitte	anterior < zentral	-4.507	30	0.000
	anterior ⇔ posterior	1.527	30	0.137
	zentral > posterior	7.205	30	0.000
rechts	anterior ⇔ zentral	-1.601	30	0.120
	anterior > posterior	3.808	30	0.001
	zentral > posterior	7.075	30	0.000

Abbildung 5.29 stellt eine graphische Veranschaulichung der Topographie der pSW bei jeder der vier Bildkategorien getrennt für die drei Gruppen dar. Jedes der 12 Einzelbilder entspricht einer Aufsicht auf den Kopf, bei der im oberen Teil der anteriore Bereich abgebildet ist. Die Farbskala erfasst einen Bereich von -10 bis $+10 \mu\text{V}$, bei dem Negativität durch blau-violette Farben repräsentiert wird, während Positivität durch rötliche Nuancen wiedergegeben wird. Der Bereich um die Nulllinie ist durch eine grünliche Farbe gekennzeichnet.

Der Haupteffekt „Elektrodenposition LR“ wurde für die Amplituden der Komponenten N1, N2 und pSW signifikant ($p < 0.001$), wie aus Tabelle 5.67 hervorgeht. Dabei zeigte sich jeweils die größte Ausprägung auf der Scheitellinie (N1: $-2 \mu\text{V}$; N2: $-1.7 \mu\text{V}$; pSW: $7.9 \mu\text{V}$). An den lateralen Elektrodenpools fielen die Amplituden dagegen niedriger aus ($p < 0.001$). Während sich die linke und rechte Seite bei den beiden negativen Potentialen nicht signifikant voneinander unterschieden (N1: ca. $-1.3 \mu\text{V}$; N2: ca. $-0.4 \mu\text{V}$), zeigte der Vergleich bei der pSW links einen signifikant größeren Amplitudenmittelwert als rechts (5.9 vs. $5.1 \mu\text{V}$; $p < 0.01$). Die beschriebenen Effekte sind in Tabelle 5.68 wiedergegeben.

Tabelle 5.67 Gesamt-ANOVA für die Amplituden der N1, N2 und pSW im VEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition LR“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N1	HE LR	15.24	2	56	0.000	0.999
N2	HE LR	13.28	2	56	0.000	0.997
pSW	HE LR	61.76	2	56	0.000	1.000

HE: Haupteffekt; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

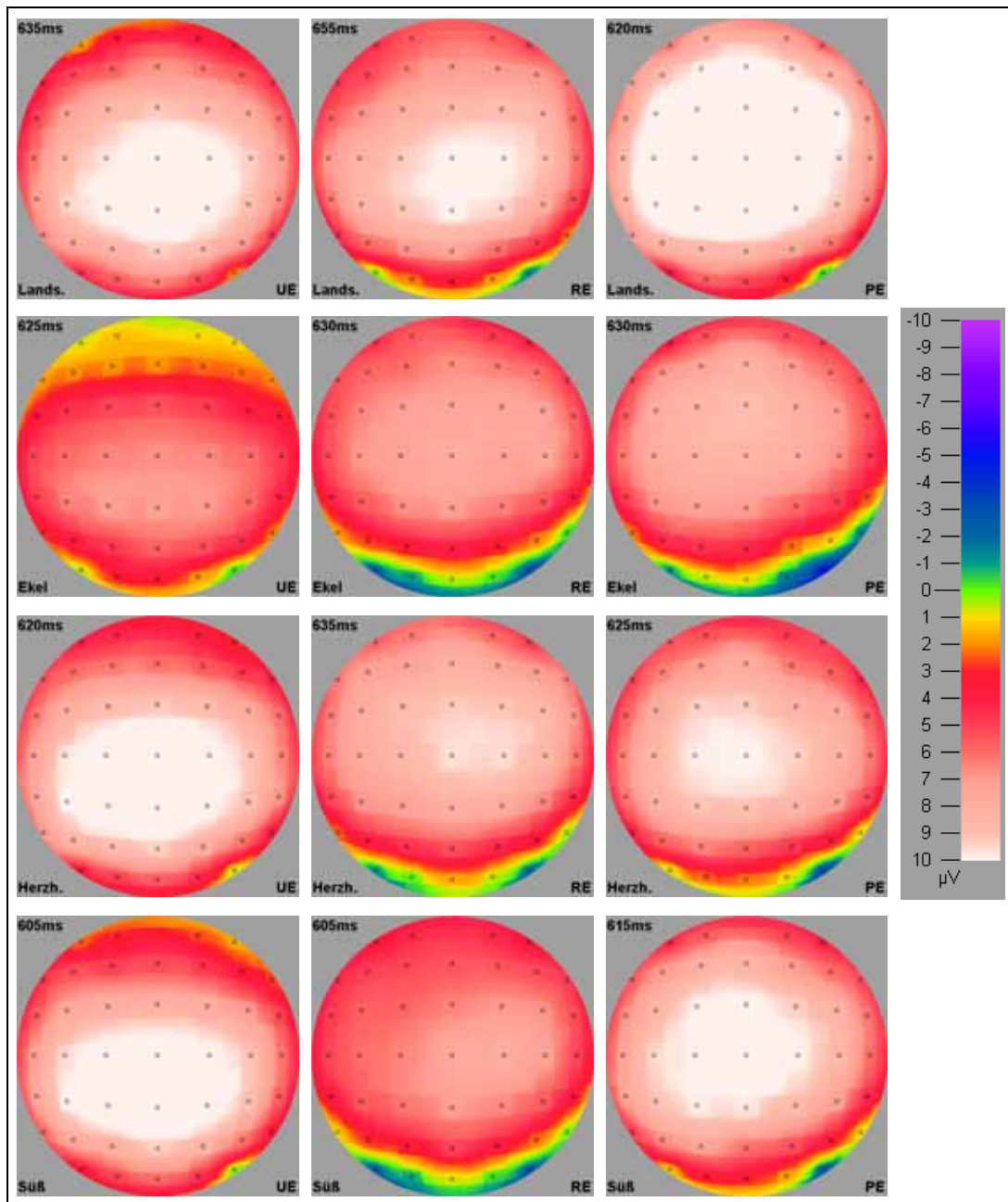


Abbildung 5.29 Spannungverteilung über den Kopf im Zeitintervall der pSW, aufgeschlüsselt nach Gruppen und Bildkategorien

Tabelle 5.68 Einzelvergleiche zwischen den Stufen des Faktors „Elektrodenposition LR“ für die Amplituden der N1, N2 und pSW im VEKP

Komponente	Effekt	t	df	p
N1	links < Mitte	4.749	30	0.000
	rechts < Mitte	-6.059	30	0.000
	links ⇔ rechts	-0.362	30	0.720
N2	links < Mitte	6.914	30	0.000
	rechts < Mitte	-4.305	30	0.000
	links ⇔ rechts	-0.117	30	0.907
pSW	links < Mitte	-8.125	30	0.000
	rechts < Mitte	10.063	30	0.000
	links > rechts	3.268	30	0.003

Vergleichsoperatoren beziehen sich bei Negativitäten auf mit -1 multiplizierte Amplitudenwerte

Für die N2 und die pSW wurde außerdem die oben bereits beschriebene signifikante Interaktion der beiden Positionsfaktoren weiter aufgeteilt, um den Effekt des lateralen Faktors auf allen Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ zu untersuchen (vgl. Tabelle 5.69). Dabei fand sich im anterioren, zentralen und posterioren Bereich für beide Komponenten ein statistisch bedeutsames Ergebnis auf einem α -Niveau von 0.1 % (außer N2, zentral: $p < 0.05$). Die Einzelvergleiche unterstreichen die bereits beim Haupteffekt beschriebene topographische Verteilung mit stärker ausgeprägten Potentialen in der Mitte gegenüber den Seiten. Für die pSW ergab sich zusätzlich an der hinteren Position der bereits erwähnte Unterschied zwischen linker und rechter Seite. Alle signifikanten Vergleiche sind in Tabelle 5.70 aufgelistet.

Die in dieser Studie durchgeführte Untersuchung der Topographie des VEKPs erbrachte ein mit der Literatur (vgl. Abschnitt 2.3.3) weitestgehend übereinstimmendes Ergebnis. Daher wird bei den folgenden Analyseschritten auf alle Komponenten eingegangen.

Tabelle 5.69 Aufspaltung der Interaktion „Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Amplituden der N2 und pSW im CSEKP: Haupteffekt „Elektrodenposition LR“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition AP“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N2	IA AP x LR	4.44	4	112	0.002	0.929
	LR anterior	8.95	2	60	0.000	0.967
	LR zentral	4.00	2	60	0.023	0.694
	LR posterior	18.39	2	60	0.000	1.000

Tabelle 5.69 Fortsetzung

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
pSW	IA AP x LR	16.15	4	112	0.000	1.000
	LR anterior	12.79	2	60	0.000	0.996
	LR zentral	50.44	2	60	0.000	1.000
	LR posterior	73.91	2	60	0.000	1.000

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.70 Einzelvergleiche zwischen den Stufen von „Elektrodenposition LR“ getrennt für die einzelnen Stufen von „Elektrodenposition AP“ für die Amplituden der N2 und pSW im VEKP

Komponente	Position	Effekt	t	df	p
N2	anterior	links < Mitte	3.611	30	0.001
		rechts < Mitte	-4.274	30	0.000
		links ⇔ rechts	-0.842	30	0.406
	zentral	links < Mitte	3.059	30	0.005
		rechts < Mitte	-2.357	30	0.025
		links ⇔ rechts	-0.103	30	0.918
	posterior	links < Mitte	7.758	30	0.000
		rechts < Mitte	-4.741	30	0.000
		links ⇔ rechts	0.328	30	0.745
pSW	anterior	links < Mitte	-3.438	30	0.002
		rechts < Mitte	4.861	30	0.000
		links ⇔ rechts	0.988	30	0.331
	zentral	links < Mitte	-8.342	30	0.000
		rechts < Mitte	8.051	30	0.000
		links ⇔ rechts	1.388	30	0.175
	posterior	links < Mitte	-6.968	30	0.000
		rechts < Mitte	14.300	30	0.000
		links > rechts	4.582	30	0.000

Vergleichsoperatoren beziehen sich bei Negativitäten auf mit -1 multiplizierte Amplitudenwerte

5.2.2.1.2 Untersuchung des Faktors „Gruppe“

Weder für die Latenzen noch für die Amplituden der untersuchten Komponenten konnte ein signifikanter Haupteffekt des Gruppierungsfaktors festgestellt werden.

5.2.2.1.3 Untersuchung des Faktors „Bild“

Latenzen

Für die Latenzen aller untersuchten Negativitäten zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Faktors „Bild“ (N1: $p < 0.05$; N2, N4: $p < 0.01$). Dieser Effekt wurde auch für die Latenz der pSW auf einem α -Niveau von 0.1 % signifikant. Die Ergebnisse der ANOVAs sind in Tabelle 5.71 zusammengefasst. Tabelle 5.72 stellt eine Übersicht über Mittelwerte und Standardabweichungen der Latenzen aller Komponenten bei den einzelnen Bildkategorien dar.

Tabelle 5.71 Gesamt-ANOVA für die Latenzen der N1, N2, N4 und pSW im VEKP: Haupteffekt „Bild“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N1	HE Bild	2.94	3	84	0.038	0.679
N2	HE Bild	5.43	3	84	0.002	0.927
N4	HE Bild	4.35	3	84	0.007	0.854
pSW	HE Bild	5.84	3	84	0.001	0.944

HE: Haupteffekt; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.72 Mittelwerte und Standardabweichungen der Latenzen der N1, N2, N4 und pSW im VEKP getrennt nach den vier Bildklassen

Komponente Bild	N1		N2		N4		pSW	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Landschaft	124.53	18.53	<u>283.94</u>	21.51	<u>469.19</u>	23.01	657.17	39.57
Ekel	121.67	23.28	274.27	23.04	<u>483.89</u>	25.18	<u>658.46</u>	34.52
Herzhaft	<u>119.84</u>	19.48	<u>266.47</u>	23.34	478.24	25.11	641.70	37.71
Süß	<u>130.79</u>	23.11	270.97	23.57	476.58	26.00	<u>633.57</u>	35.90

M: Mittelwert (Maximale Ausprägung durchgehend, minimale Ausprägung unterbrochen unterstrichen);
SD: Standardabweichung

Einzelvergleiche zur näheren Spezifizierung des Haupteffektes ergaben für jede Komponente ein unterschiedliches Resultat: Bei der N1 zeigte sich mit durchschnittlich 131 ms die längste Latenz für Bilder der Kategorie „Süß“, die sich signifikant von der Latenz in Reaktion auf die Bildkategorien „Herzhaft“ und „Ekel“ mit Mittelwerten von 120 bzw. 122 ms unterschied ($p < 0.05$). Tabelle 5.73 enthält die Parameter der durchgeführten t-Tests. In Abbildung 5.30 ist der beschriebene Haupteffekt für die Latenz der N1 graphisch veranschaulicht.

Tabelle 5.73 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildklassen für die Latenz der N1 im VEKP

Effekt	t	df	p
Landschaft ⇔ Ekel	0.655	30	0.518
Landschaft ⇔ Herzhaft	1.297	30	0.204
Landschaft ⇔ Süß	-1.633	30	0.113
Herzhaft ⇔ Ekel	0.418	30	0.679
Süß > Ekel	-2.474	30	0.019
Herzhaft < Süß	-2.560	30	0.016

Für die N2 ergaben sich die kleinsten Latenzen für Bilder der Kategorien „Herzhaft“ und „Süß“ mit durchschnittlichen Werten von 266 bzw. 270 ms. Beide unterschieden sich signifikant von der längsten Latenz, die mit einem Mittelwert von 284 ms in Reaktion auf Bilder der Kategorie „Landschaft“ ($p \leq 0.001$ bzw. $p < 0.01$) auftrat. Diese hob sich darüber hinaus auf einem α -Niveau von 5 % signifikant von der Latenz in Reaktion auf Ekelbilder ab, die mit 274 ms den zweitgrößten Mittelwert erreichte. Außerdem trat die N2 bei der Bildkategorie „Ekel“ im Vergleich zur Kategorie „Herzhaft“ verzögert auf ($p < 0.05$). Abbildung 5.30 stellt die beschriebenen Unterschiede graphisch dar. Alle durchgeführten Einzelvergleiche sind Tabelle 5.74 zu entnehmen.

Tabelle 5.74 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildklassen für die Latenz der N2 im VEKP

Effekt	t	df	p
Landschaft > Ekel	2.195	30	0.036
Landschaft > Herzhaft	3.788	30	0.001
Landschaft > Süß	3.026	30	0.005
Herzhaft < Ekel	2.132	30	0.041
Süß ⇔ Ekel	0.762	30	0.452
Herzhaft ⇔ Süß	-1.029	30	0.311

Für die N4 fand sich nur ein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen der Kategorie „Landschaft“, welche mit rund 469 ms die kürzeste mittlere Latenz evozierte, und der Kategorie „Ekel“, bei der die Latenz mit einem Mittelwert von ca. 484 ms am längsten war ($p < 0.05$). Eine Übersicht aller Einzelvergleiche bietet Tabelle 5.75, während die gemessenen Latenzen dieser Komponente für die einzelnen Bildkategorien in Abbildung 5.30 dargestellt sind.

Tabelle 5.75 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildklassen für die Latenz der N4 im VEKP

Effekt	t	df	p
Landschaft < Ekel	-2.661	30	0.012
Landschaft ⇔ Herzhaft	-1.664	30	0.106
Landschaft ⇔ Süß	-1.506	30	0.142
Herzhaft ⇔ Ekel	1.412	30	0.168
Süß ⇔ Ekel	1.532	30	0.136
Herzhaft ⇔ Süß	0.359	30	0.722

Wie aus Abbildung 5.30 ebenfalls hervorgeht, war die Latenz der pSW bei der Kategorie „Süß“ ($M = 634$ ms) am kleinsten, gefolgt von der Kategorie „Herzhaft“ ($M = 642$ ms). Signifikante Unterschiede ergaben sich für diese beiden Bildklassen gegenüber den Kategorien „Landschaft“ und „Ekel“, bei denen die Latenzmittelwerte bei 657 bzw. 658 ms lagen (süß: $p < 0.01$ für beide Vergleiche; herzhaft: $p < 0.05$ für beide Vergleiche). Tabelle 5.76 enthält die Parameter der durchgeführten t-Tests.

Tabelle 5.76 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildklassen für die Latenz der pSW im VEKP

Effekt	t	df	p
Landschaft ⇔ Ekel	-0.177	30	0.861
Landschaft > Herzhaft	2.281	30	0.030
Landschaft > Süß	3.014	30	0.005
Herzhaft < Ekel	2.526	30	0.017
Süß < Ekel	3.375	30	0.002
Herzhaft ⇔ Süß	1.442	30	0.160

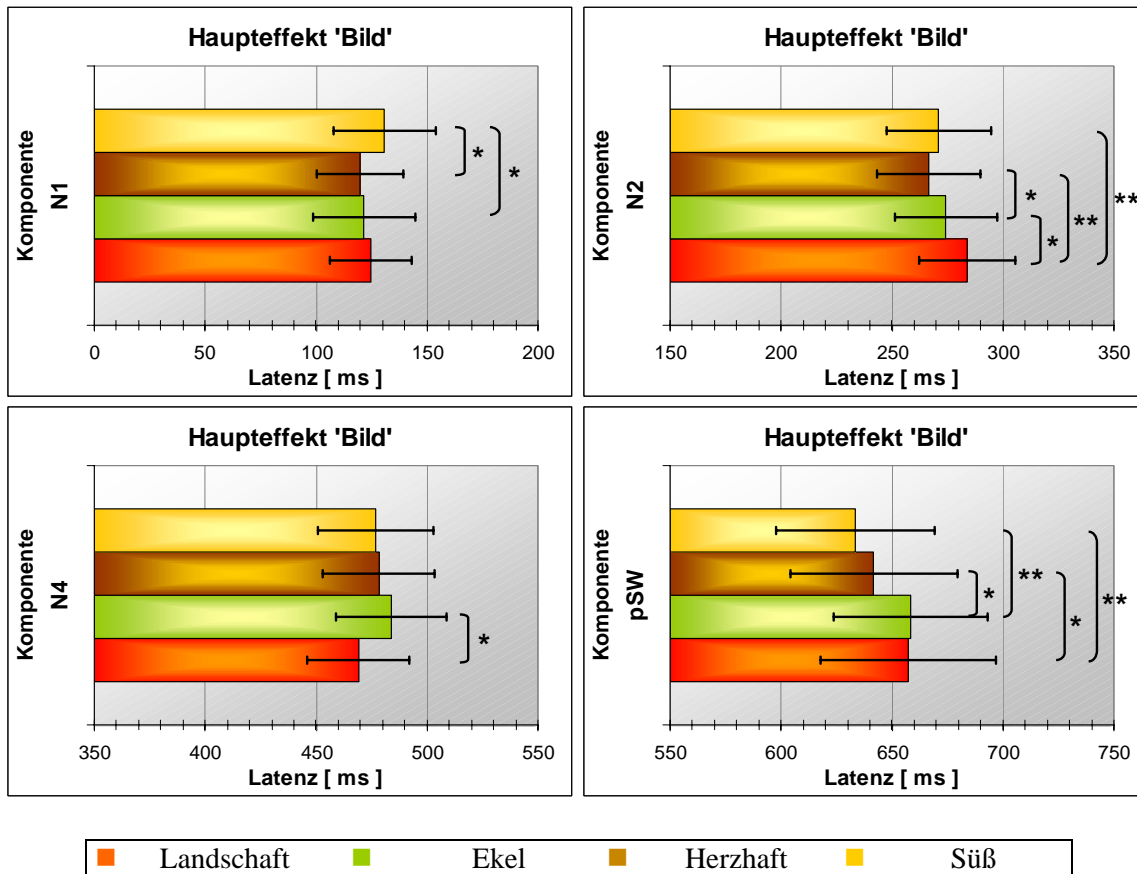


Abbildung 5.30 Latenzen der N1, N2, N4 und pSW im VEKP auf die vier Bildkategorien „Landschaft“, „Ekel“, „Herzhaft“ und „Süß“

Amplituden

Der Faktor „Bild“ zeigte bei allen detektierten Komponenten signifikante Haupteffekte, wobei sich die Amplitudenunterschiede zwischen den Bildkategorien bei jeder Komponente anders darstellten. Tabelle 5.77 fasst die signifikanten Ergebnisse der Varianzanalysen zusammen. Tabelle 5.78 bietet einen Überblick über die mittleren Amplituden aller Komponenten sowie deren Standardabweichungen bei den einzelnen Bildkategorien.

Tabelle 5.77 Gesamt-ANOVA für die Amplituden der N1, P2, N2, P3, N4 und pSW im VEKP: Haupteffekt „Bild“

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
N1	HE Bild	3.12	3	84	0.030	0.708
P2	HE Bild	6.67	3	84	0.002	0.969
N2	HE Bild	2.62	3	84	0.070	0.622

Tabelle 5.77 Fortsetzung

Komponente	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
P3	HE Bild	5.17	3	84	0.002	0.913
N4	HE Bild	6.53	3	84	0.001	0.966
pSW	HE Bild	6.83	3	84	0.000	0.972

HE: Haupteffekt; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.78 Mittelwerte und Standardabweichungen der Amplituden der N1, P2, N2, P3, N4 und pSW im VEKP getrennt nach den vier Bildklassen

Komponente Bild	N1		N2		N4	
	M	SD	M	SD	M	SD
Landschaft	- 1.41	1.89	-0.89	2.98	-1.07	2.81
Ekel	- 1.63	1.73	-1.18	4.21	<u>-3.14</u>	3.54
Herzhaft	<u>-0.94</u>	1.96	<u>0.11</u>	4.48	<u>-0.93</u>	3.51
Süß	<u>- 2.20</u>	2.41	<u>-1.37</u>	3.47	-1.73	2.67
Komponente Bild	P2		P3		pSW	
	M	SD	M	SD	M	SD
Landschaft	2.83	2.26	<u>2.86</u>	3.57	<u>7.50</u>	3.04
Ekel	2.51	2.56	3.34	3.79	<u>4.95</u>	2.97
Herzhaft	<u>3.82</u>	3.26	<u>5.02</u>	4.40	6.52	3.35
Süß	<u>1.79</u>	2.93	3.65	3.43	6.13	3.62

M: Mittelwert (Maximale Ausprägung durchgehend, minimale Ausprägung unterbrochen unterstrichen);
SD: Standardabweichung

Für die N1 und N2 ergaben sich bei herzhaften Bildern mit -0.9 bzw. 0.1 μV die am schwächsten ausgeprägten mittleren Amplituden. Sie unterschieden sich signifikant von den größten Amplituden, die durch Bilder der Kategorie „Süß“ evoziert wurden und Mittelwerte von -2.2 bzw. -1.4 μV erreichten ($p < 0.05$ für beide Vergleiche). Auch gegenüber den Amplituden in Reaktion auf die Bildklasse „Ekel“, die mit durchschnittlich -1.6 bzw. -1.2 μV die zweithöchste Ausprägung aufwiesen, fanden sich statistisch bedeutsame Ergebnisse (N1: $p < 0.1$; N2: $p < 0.05$). Für die N2 wurde zudem der Unterschied zwischen den herzhaften Bildern und den Landschaftsaufnahmen ($M = -0.89 \mu\text{V}$) auf einem α -Niveau von 5 % signifikant. Alle Einzelvergleiche für beide Komponenten sind in Tabelle 5.79 aufgeführt. Abbildung 5.31 veranschaulicht die beschriebenen Unterschiede graphisch.

Für die P2 resultierte ein genau umgekehrtes Bild (vgl. Tabelle 5.79 und Abbildung 5.31): Die Amplitude für Bilder der Klasse „Süß“ war hier mit ca. $1.8 \mu\text{V}$ am kleinsten ausgeprägt, während sie bei den „herzhaften“ Bildern mit $3.8 \mu\text{V}$ den größten Mittelwert annahm ($p < 0.01$). Die Amplituden für beide Kategorien unterschieden sich signifikant von der Amplitude in Reaktion auf die Bildklasse „Landschaft“ ($p < 0.05$ für beide Vergleiche), deren durchschnittlicher Wert von $2.8 \mu\text{V}$ genau in der Mitte lag. Ebenso ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Amplituden für die beiden nahrungsbezogenen Kategorien und der Amplitude für die Kategorie „Ekel“ ($M = 2.5 \mu\text{V}$; süß: $p < 0.1$; herzhaft: $p < 0.01$).

Wie aus Abbildung 5.31 außerdem hervorgeht, trat auch für die P3 in der Bildkategorie „Herzhaft“ das größte Potential mit einem Mittelwert von $5 \mu\text{V}$ auf. Diese Amplitude hob sich auf einem α -Niveau von 0.1 % signifikant von der kleinsten Amplitude bei den Landschaftsaufnahmen ($M = 2.9$) ab. Ebenso lagen die Amplituden in Reaktion auf die Kategorien „Ekel“ und „Süß“ mit durchschnittlich 3.3 bzw. $3.7 \mu\text{V}$ unterhalb der durch die herzhaften Bilder hervorgerufenen Amplitude ($p < 0.05$ für beide Vergleiche). Die Einzelvergleiche sind wiederum in Tabelle 5.79 enthalten.

Für die N4 fand sich bei den Bildern der Kategorie „Ekel“ das am stärksten ausgeprägte Potential mit einem mittleren Amplitudenwert von $-3.1 \mu\text{V}$. Dieser hob sich auf einem α -Niveau von 0.1 % statistisch bedeutsam von der kleinsten Amplitude in Reaktion auf die Reizklasse „Herzhaft“ ($M = -0.9 \mu\text{V}$) ab. Bei den Bildkategorien „Landschaft“ ($M = -1.1 \mu\text{V}$; $p < 0.05$) und „Süß“ ($M = -1.7 \mu\text{V}$; $p < 0.05$) waren die Amplituden ebenfalls signifikant schwächer ausgeprägt als bei der erstgenannten Kategorie. Zusätzlich zeigte sich für diese Komponente eine bei herzhaften gegenüber süßen Bildern verkleinerte Amplitude ($p < 0.1$). Die Parameter der t-Tests sind Tabelle 5.79 zu entnehmen. Die Amplituden der N4 in Reaktion auf die einzelnen Bildkategorien sind in Abbildung 5.31 graphisch veranschaulicht.

Die pSW erreichte bei Bildern der Kategorie „Landschaft“ ein Amplitudenmaximum von durchschnittlich $7.5 \mu\text{V}$, das sich signifikant von den Amplituden in Reaktion auf die beiden Nahrungskategorien unterschied, deren Mittelwerte bei $6.5 \mu\text{V}$ (herzhaft; $p < 0.1$) bzw. $6.1 \mu\text{V}$ (süß; $p < 0.05$) lagen. Zusätzlich unterschied sich die kleinste Amplitude, die bei Bildern der Kategorie „Ekel“ mit einem durchschnittlichen Wert von $5 \mu\text{V}$ auftrat, statistisch bedeutsam von den Amplituden in Reaktion auf süße ($p < 0.1$) und herz hafte Bilder ($p < 0.05$) sowie auf Landschaftsbilder ($p < 0.001$). Tabelle 5.79 gibt Auskunft über die bei den durchgeführten Einzelvergleichen gefundenen Effekte, die in Abbildung 5.31 dargestellt sind.

Tabelle 5.79 Einzelvergleiche zwischen den vier Bildklassen für die Amplituden der N1, P2, N2, P3, N4 und pSW im VEKP

Komponente	Effekt	t	df	p
N1	Landschaft ↔ Ekel	0.554	30	0.584
	Landschaft ↔ Herzhaft	-1.076	30	0.290
	Landschaft ↔ Süß	1.673	30	0.105
	Herzhaft < Ekel	-1.869	30	0.071
	Süß ↔ Ekel	1.268	30	0.215
	Herzhaft < Süß	2.486	30	0.019
P2	Landschaft ↔ Ekel	1.116	30	0.273
	Landschaft < Herzhaft	-2.719	30	0.011
	Landschaft > Süß	2.307	30	0.028
	Herzhaft > Ekel	-3.040	30	0.005
	Süß < Ekel	1.700	30	0.100
	Herzhaft > Süß	3.087	30	0.004
N2	Landschaft ↔ Ekel	0.615	30	0.543
	Landschaft > Herzhaft	-2.445	30	0.021
	Landschaft ↔ Süß	1.013	30	0.319
	Herzhaft < Ekel	-2.247	30	0.032
	Süß ↔ Ekel	0.404	30	0.689
	Herzhaft < Süß	2.079	30	0.046
P3	Landschaft ↔ Ekel	-0.828	30	0.414
	Landschaft < Herzhaft	-4.316	30	0.000
	Landschaft ↔ Süß	-1.581	30	0.124
	Herzhaft > Ekel	-2.671	30	0.012
	Süß ↔ Ekel	-0.697	30	0.491
	Herzhaft > Süß	2.329	30	0.027
N4	Landschaft < Ekel	3.319	30	0.002
	Landschaft ↔ Herzhaft	-0.355	30	0.725
	Landschaft ↔ Süß	1.462	30	0.154
	Herzhaft < Ekel	-3.776	30	0.001
	Süß < Ekel	-2.522	30	0.017
	Herzhaft < Süß	1.801	30	0.082

Tabelle 5.79 Fortsetzung

Komponente	Effekt	t	df	p
pSW	Landschaft > Ekel	4.716	30	0.000
	Landschaft > Herzhaft	1.837	30	0.076
	Landschaft > Süß	2.646	30	0.013
	Herzhaft > Ekel	-2.494	30	0.018
	Süß > Ekel	-1.942	30	0.062
	Herzhaft ⇔ Süß	0.279	30	0.472

Vergleichsoperatoren beziehen sich bei Negativitäten auf mit -1 multiplizierte Amplitudenwerte

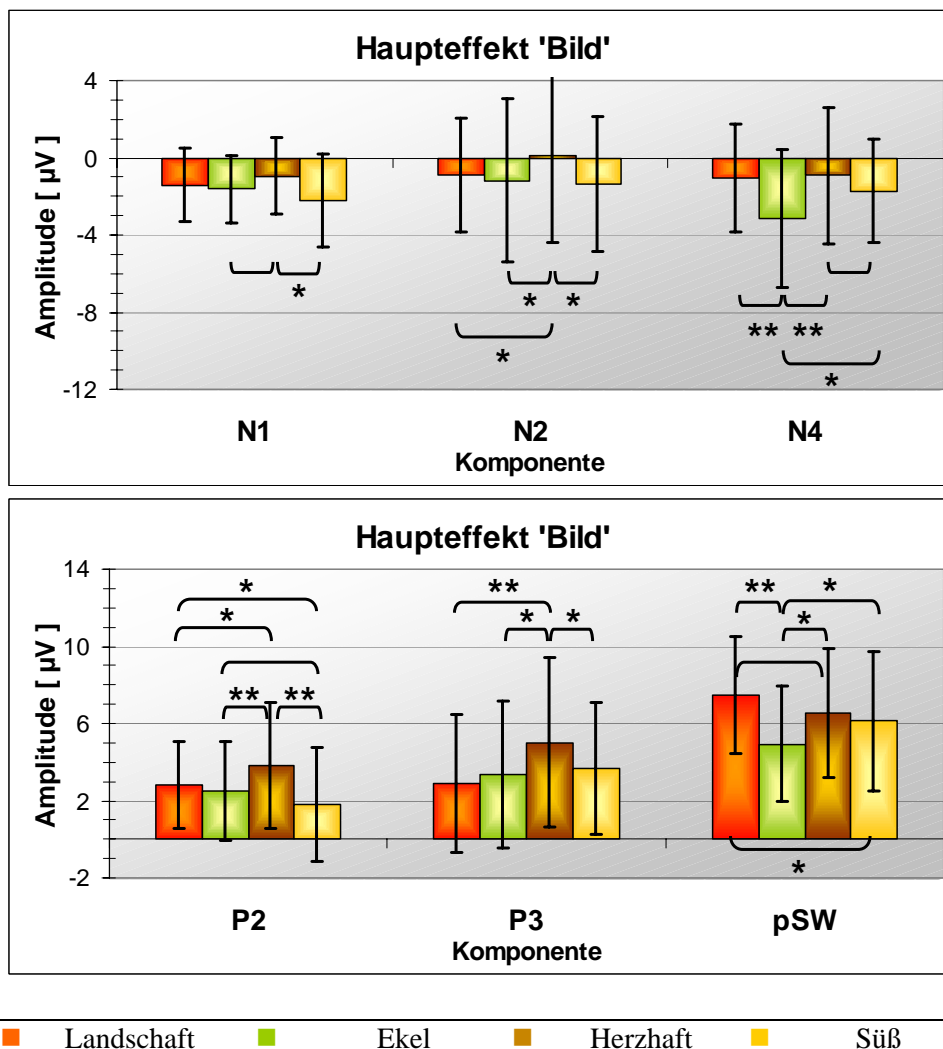


Abbildung 5.31 Amplituden der N1, P2, N2, P3, N4 und pSW im VEKP auf die vier Bildkategorien „Landschaft“, „Ekel“, „Herzhaft“ und „Süß“

5.2.2.1.4 Untersuchung der Interaktion „Gruppe x Bild“

Latenzen

Für die Latenz der N4 wurde die Interaktion der beiden Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ auf einem α -Niveau von 1 % signifikant. In Hinblick auf die spezifischen Hypothesen, die sich auf Gruppenunterschiede bei den Bildern der Nahrungskategorien beziehen, wird diese Interaktion so aufgespalten, dass die Unterschiede zwischen den Gruppen innerhalb jeder der vier Bildklassen untersucht werden können. Das Ergebnis ist in Tabelle 5.80 zu finden.

Tabelle 5.80 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für die Latenz der N4 im VEKP: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild	3.20	6	84	0.007	0.854
Gruppe in Landschaft	5.62	2	28	0.009	1.000
Gruppe in Ekel	0.93	2	28	0.405	1.000
Gruppe in Herzhaft	0.58	2	28	0.565	1.000
Gruppe in Süß	0.43	2	28	0.656	1.000

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Es zeigte sich hier nur ein signifikanter Gruppeneffekt für die Landschaftsbilder ($p < 0.01$). In Einzelvergleichen zwischen den drei Gruppen stellte sich heraus, dass die essgestörten Patienten bei den Bildern dieser Kategorie signifikant kürzere N4-Latenzen aufwiesen als die anderen beiden Gruppen ($p < 0.05$). Dieser Befund ist in Abbildung 5.32 graphisch dargestellt. Tabelle 5.81 beinhaltet die Parameter der t-Tests.

Tabelle 5.81 Gruppenunterschiede für die Latenz der N4 im VEKP bei der Bildkategorie „Landschaft“

Gruppe	N	M	SD	t	df	p
UE	13	475.56	17.38	-0.414	20	0.684
RE	9	478.83	19.47			
UE	13	475.56	17.38	2.681	20	0.018
PE	9	450.37	24.19			
RE	9	478.83	19.47	2.750	16	0.014
PE	9	450.37	24.19			

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten;
M: Mittelwert; SD: Standardabweichung

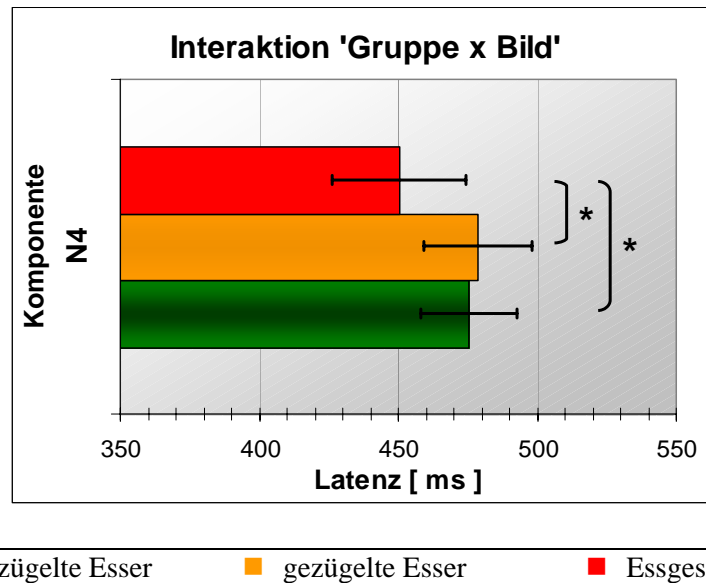


Abbildung 5.32 Latenz der N4 auf die Bildkategorie „Landschaft“ bei den drei Gruppen

Für die Latenzen der P3 und pSW erreichte die Interaktion 2. Ordnung zwischen den Faktoren „Gruppe“, „Bild“ und „Elektrodenposition LR“ ein Signifikanzniveau von 5 bzw. 10 %. Eine Aufspaltung des Positionsfaktors erbrachte allerdings für die P3 keine weiteren signifikanten Ergebnisse mehr. Für die pSW dagegen fand sich bei der Aufspaltung eine statistisch bedeutungsvolle Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ auf der linken Seite ($p < 0.05$, vgl. Tabelle 5.82). Eine weitere Unterteilung in die einzelnen Bildklassen führte zu einem tendenziell signifikanten Gruppeneffekt für die Landschaftsaufnahmen ($p < 0.1$, siehe Tabelle 5.83). Einzelvergleiche zwischen den Gruppen ergaben signifikant verkürzte pSW-Latenzen bei den essgestörten Patientinnen im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen. Tabelle 5.84 fasst die Ergebnisse zusammen, die in Abbildung 5.33 graphisch veranschaulicht werden.

Tabelle 5.82 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild x Elektrodenposition LR“ für die Latenz der pSW im VEKP: Interaktion „Gruppe x Bild“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild x LR	1.75	12	168	0.072	0.275
IA Gruppe x Bild links	2.52	6	84	0.027	0.814
IA Gruppe x Bild Mitte	1.10	6	84	0.369	0.412
IA Gruppe x Bild rechts	1.24	6	84	0.294	0.925

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.83 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für die Latenz der pSW im VEKP: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“ auf der linken Seite

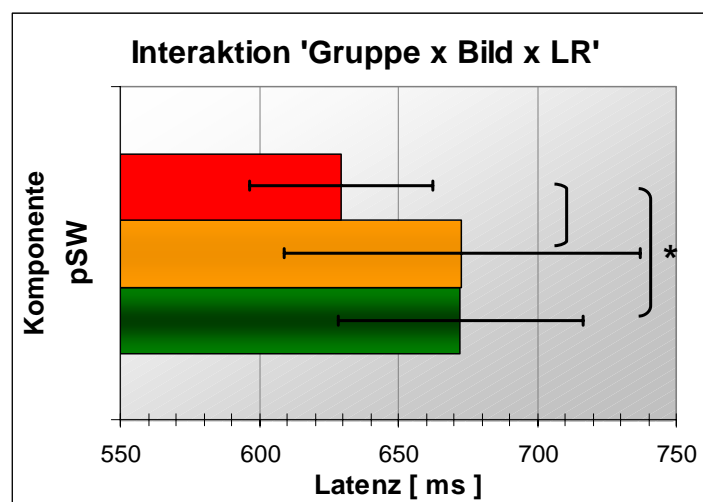
Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild	2.52	6	84	0.027	0.814
Gruppe in Landschaft	2.56	2	28	0.095	0.469
Gruppe in Ekel	0.68	2	28	0.515	0.153
Gruppe in Herzhaft	1.11	2	28	0.343	0.226
Gruppe in Süß	0.93	2	28	0.408	0.194

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.84 Gruppenunterschiede für die Latenz der pSW im VEKP bei der Bildkategorie „Landschaft“ auf der linken Seite

Gruppe	N	M	SD	t	df	p
UE	13	672.31	44.15	-0.027	20	0.979
RE	9	672.96	64.04			
UE	13	672.31	44.15	2.463	20	0.023
PE	9	629.44	33.20			
RE	9	672.96	64.04	1.810	16	0.095
PE	9	629.44	33.20			

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelter Esser; PE: essgestörte Patienten;
M: Mittelwert; SD: Standardabweichung



■ ungezügelter Esser ■ gezügelter Esser ■ Essgestörte

Abbildung 5.33 Latenz der pSW auf die Bildkategorie „Landschaft“ bei den drei Gruppen auf der linken Seite

Amplituden

Für die N4 ergab sich jeweils eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ mit jeweils einem der beiden Positionsfaktoren („Elektrodenposition AP“: $p < 0.1$; „Elektrodenposition LR“: $p < 0.01$). Bei einer Unterteilung des lateralen Positionsfaktors fanden sich für die Interaktion „Gruppe x Bild“ allerdings keine signifikanten Ergebnisse mehr. Die Aufspaltung des Faktors „Elektrodenposition AP“ dagegen ergab eine statistisch bedeutsame Wechselwirkung der Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ im zentralen Bereich ($p < 0.05$). Die Ergebnisse sind Tabelle 5.85 zu entnehmen.

Tabelle 5.85 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild x AP“ für die Amplitude der N4 im VEKP: Interaktion „Gruppe x Bild“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition AP“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild x AP	1.83	12	168	0.060	0.879
IA Gruppe x Bild anterior	1.51	6	84	0.184	0.557
IA Gruppe x Bild zentral	2.28	6	84	0.044	0.766
IA Gruppe x Bild posterior	0.15	6	84	0.990	0.084

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Bei diesem Elektrodenfeld führte die Aufteilung in die einzelnen Bildkategorien zu einem signifikanten Gruppeneffekt für die Reize der Klasse „Ekel“ ($p < 0.05$), wie aus Tabelle 5.86 zu ersehen ist. Einzelvergleiche zwischen den drei Gruppen zeigten, dass die Essgestörten im Vergleich zu den ungezügelt Essern auf einem α -Niveau von 5 % geringer ausgeprägte N4-Amplituden aufwiesen. Die Ergebnisse der Einzelvergleiche sind in Tabelle 5.87 enthalten und werden in Abbildung 5.34 graphisch dargestellt.

Tabelle 5.86 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für die Amplitude der N4 im VEKP: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“ im zentralen Bereich

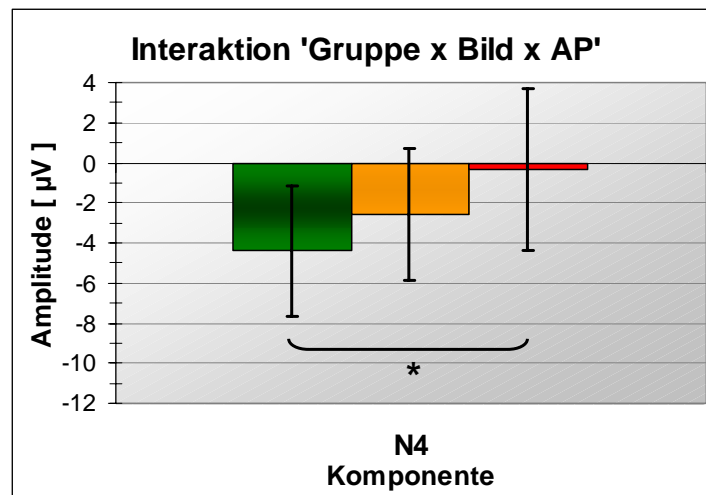
Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild	2.28	6	84	0.044	0.766
Gruppe in Landschaft	1.02	2	28	0.373	0.210
Gruppe in Ekel	3.56	2	28	0.042	0.613
Gruppe in Herzhaft	0.38	2	28	0.687	0.105
Gruppe in Süß	0.04	2	28	0.963	0.055

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.87 Gruppenunterschiede für die Amplitude der N4 im VEKP bei der Bildkategorie „Ekel“ im zentralen Bereich

Gruppe	N	M	SD	t	df	p
UE	13	-4.39	3.25	-1.274	20	0.217
RE	9	-2.58	3.32			
UE	13	-4.39	3.25	-2.613	20	0.017
PE	9	-0.34	4.01			
RE	9	-2.58	3.32	-1.290	16	0.215
PE	9	-0.34	4.01			

UE: ungezügelter Esser; RE: gezügelte Esser; PE: essgestörte Patienten;
M: Mittelwert; SD: Standardabweichung



■ ungezügelter Esser ■ gezügelte Esser ■ Essgestörte

Abbildung 5.34 Amplitude der N4 auf die Bildkategorie „Ekel“ bei den drei Gruppen im zentralen Bereich

Für die Amplitude der P2 wurde die Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ mit den beiden Positionsfaktoren auf einem α -Niveau von 10 % signifikant. Um die interessierende Interaktion zwischen den beiden erstgenannten Faktoren weiter analysieren zu können, wurde diese zunächst getrennt an jedem der 9 Elektrodenpools untersucht. Dabei ergab sich für die Position PR (posterior rechts) ein signifikantes Ergebnis ($p < 0.05$). Bei einer weiteren Unterteilung in die einzelnen Stufen des Faktors „Bild“ fanden sich allerdings keine signifikanten Gruppenunterschiede mehr.

Auch für die Amplitude der N2 zeigte sich eine statistisch bedeutsame Interaktion 3. Ordnung der Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ mit den beiden Positionsfaktoren ($p \leq 0.05$). Da sich bei einer Aufteilung in die einzelnen Elektrodenfelder hier aber kein signifikantes Resultat ergab, wurde keine weitere Aufspaltung mehr durchgeführt.

5.2.2.2 Hypothesenbezogene „gruppenspezifische ANOVAs“

5.2.2.2.1 Vergleich von ungezügelten Essern und Essgestörten

Latenzen

Für die Latenzen der beiden späten Potentiale N4 und pSW wurde in dieser gruppenspezifischen Analyse die Interaktion der Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ signifikant (N4: $p < 0.01$, pSW: $p < 0.1$).

Eine Unterteilung in die einzelnen Bildklassen zeigte für die N4 genau wie in der Gesamt-ANOVA (vgl. Abschnitt 5.2.2.1.4) einen statistisch bedeutsamen Gruppenunterschied für die Landschaftsbilder. Die Ergebnisse der Aufspaltung der Interaktion, die hier aufgrund der Zweistufigkeit des Gruppenfaktors Einzelvergleichen entsprechen, sind in Tabelle 5.88 dargestellt. Dabei wiesen die essgestörten Patienten signifikant kürzere Latenzen auf als die ungezügelten Esser ($p \leq 0.01$). Dieses Resultat ist konsistent zum Einzelvergleich der beiden Gruppen bei der übergeordneten Varianzanalyse, der bereits in Tabelle 5.81 und in Abbildung 5.32 enthalten ist. Die **Hypothese 5**, nach der sich essgestörte Patienten hinsichtlich positiver, nahrungsbezogener Reize von ungezügelten Essern unterscheiden sollten, kann somit nicht bestätigt werden.

Tabelle 5.88 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für die Latenz der N4 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild	4.62	3	60	0.006	0.870
Gruppe in Landschaft	8.13	1	20	0.010	0.774
Gruppe in Ekel	0.97	1	20	0.337	0.155
Gruppe in Herzhaft	0.10	1	20	0.755	0.060
Gruppe in Süß	0.00	1	20	0.978	0.050

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Eine nähere Betrachtung der oben genannten Interaktion fand für die Latenz der pSW nicht statt, da sich bei dieser Komponente wie auch in der Gesamt-ANOVA (vgl. Abschnitt 5.2.2.1.4) zusätzlich die Interaktion der Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ mit dem Faktor „Elektrodenposition LR“ als signifikant ($p < 0.05$) erwies. Diese Wechselwirkung zweiter Ordnung wurde zunächst nach dem Positionsfaktor unterteilt, um die für die Hypothesen rele-

vante Interaktion „Gruppe x Bild“ weiter untersuchen zu können. Die Ergebnisse befinden sich in Tabelle 5.89.

Tabelle 5.89 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild x Elektrodenposition LR“ für die Latenz der pSW im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Interaktion „Gruppe x Bild“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild x LR	3.07	6	120	0.017	0.901
IA Gruppe x Bild links	5.06	3	60	0.003	0.901
IA Gruppe x Bild Mitte	0.75	3	60	0.525	0.202
IA Gruppe x Bild rechts	1.43	3	60	0.244	0.359

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Es ergab sich für die linke Seite ein signifikantes Resultat ($p < 0.01$), so dass in einem weiteren Schritt für diesen Bereich die einzelnen Bildkategorien aufgeteilt werden konnten. Der Gruppenunterschied wurde für die Bilder der Kategorien „Landschaft“ ($p < 0.05$) und „Süß“ ($p < 0.1$) signifikant. Dabei zeigten die Patienten im Vergleich zu den ungezügelten Essern bei den Landschaftsbildern kürzere pSW-Latenzen, wie es sich bereits beim entsprechenden Einzelvergleich der beiden Gruppen in der Gesamt-ANOVA (vgl. Tabelle 5.84) herausgestellt hatte. Bei den süßen Bildern wiesen die Essgestörten allerdings längere Latenzen auf ($M_{PE} = 654.63$ ms, $SD_{PE} = 35.34$ ms) als die ungezügelten Esser ($M_{UE} = 627.31$ ms, $SD_{UE} = 36.23$ ms). Dieses Ergebnis liefert eine teilweise Bestätigung von **Hypothese 5**, da hier bei einer Nahrungskategorie ein signifikanter Gruppenunterschied auftrat. Die Auswertung der Aufspaltung des Bildfaktors innerhalb der linken Seite ist in Tabelle 5.90 aufgeführt und entspricht den Einzelvergleichen zwischen den zwei Gruppen. Eine graphische Darstellung bietet Abbildung 5.35.

Tabelle 5.90 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für die Latenz der pSW im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“ auf der linken Seite

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild	5.06	3	60	0.003	0.901
Gruppe in Landschaft	6.07	1	20	0.023	0.649
Gruppe in Ekel	0.20	1	20	0.660	0.071
Gruppe in Herzhaft	2.21	1	20	0.152	0.294
Gruppe in Süß	3.08	1	20	0.094	0.387

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

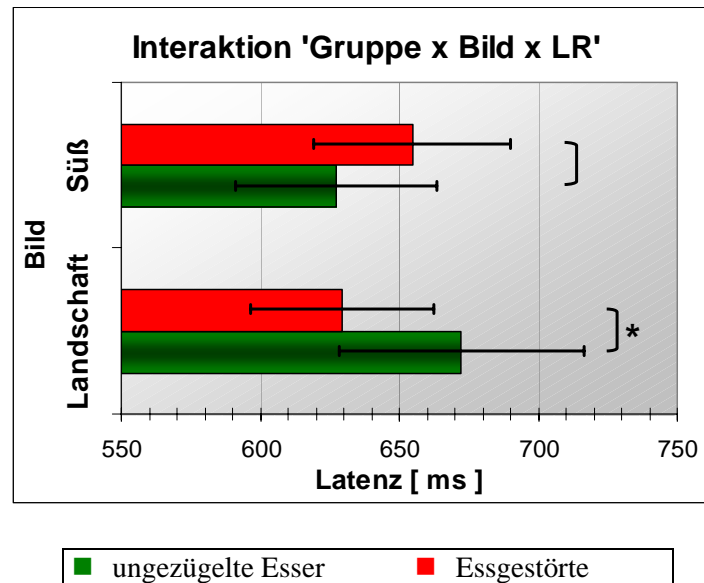


Abbildung 5.35 Latenz der pSW in Reaktion auf die Bildkategorien „Landschaft“ und „Süß“ bei den Gruppen „UE“ und „PE“ auf der linken Seite

Auch für die Latenz der P2 erwies sich die Interaktion der Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ mit dem Faktor „Elektrodenposition LR“ auf einem α -Niveau von 10 % als statistisch bedeutsam. Zudem wurde die Interaktion 3. Ordnung zwischen allen vier Faktoren signifikant ($p < 0.1$), so dass eine Untersuchung der hypothesenbezogenen Interaktion „Gruppe x Bild“ für alle neun Elektrodenpools getrennt vorgenommen wurde. Dabei ergab sich nur für den Elektrodenpool CR (zentral rechts) eine signifikante Interaktion von „Gruppe“ und „Bild“ (vgl. Tabelle 5.91).

Tabelle 5.91 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild x Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Latenz der P2 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Interaktion „Gruppe x Bild“ getrennt für die neun Positionen

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild x AP x LR	1.72	12	240	0.065	0.862
IA Gruppe x Bild AL	1.18	3	60	0.324	0.302
IA Gruppe x Bild AM	1.07	3	60	0.369	0.276
IA Gruppe x Bild AR	0.28	3	60	0.839	0.101

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade;
AL: anterior links; AM: anterior Mitte; AR: anterior rechts

Tabelle 5.91 Fortsetzung

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild CL	1.02	3	60	0.389	0.264
IA Gruppe x Bild CM	0.86	3	60	0.466	0.227
IA Gruppe x Bild CR	2.50	3	60	0.068	0.591
IA Gruppe x Bild PL	0.19	3	60	0.901	0.084
IA Gruppe x Bild PM	0.75	3	60	0.526	0.201
IA Gruppe x Bild PR	1.93	3	60	0.135	0.473

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade;
 CL: zentral links; CM: zentral Mitte; CR: zentral rechts; PL: posterior links;
 PM: posterior Mitte; PR: posterior rechts

Eine weitere Unterteilung in die Bildkategorien innerhalb des Elektrodenpools erbrachte einen signifikanten Gruppenunterschied für die Bilder der Kategorie „Süß“: Patienten zeigten hier längere P2-Latenzen ($M_{PE} = 218.33$ ms, $SD_{PE} = 14.36$ ms) als ungezügelter Esser ($M_{UE} = 191.15$ ms, $SD_{UE} = 26.58$ ms; $p < 0.05$). Auch dieses Ergebnis liefert eine Unterstützung für **Hypothese 5**, in der ein nahrungsspezifischer Unterschied zwischen den beiden Gruppen postuliert wird. Die varianzanalytische Auswertung, die dem Einzelvergleich entspricht, ist in Tabelle 5.92 enthalten. Der Gruppenunterschied wird in Abbildung 5.36 graphisch veranschaulicht.

Tabelle 5.92 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für die Latenz der P2 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“ an Position CR

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild	2.50	3	60	0.068	0.591
Gruppe in Landschaft	0.32	1	20	0.579	0.084
Gruppe in Ekel	1.96	1	20	0.177	0.266
Gruppe in Herzhaft	0.29	1	20	0.596	0.081
Gruppe in Süß	7.71	1	20	0.011	0.756

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

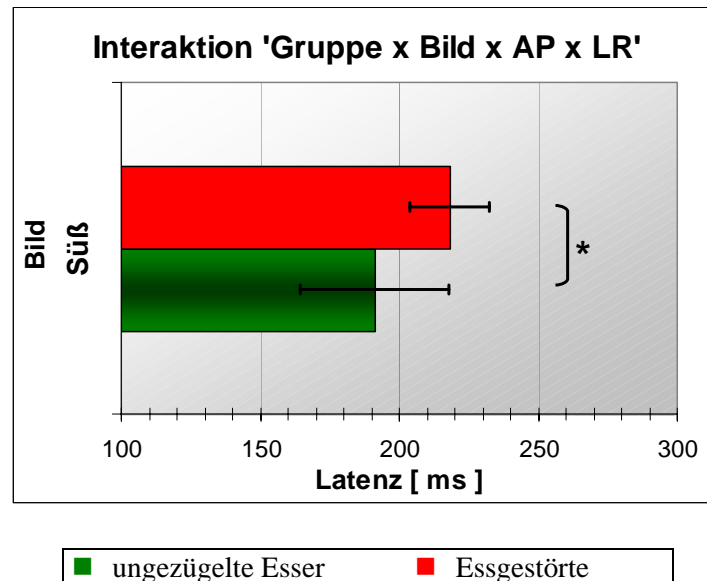


Abbildung 5.36 Latenz der P2 in Reaktion auf die Bildkategorie „Süß“ bei den Gruppen „UE“ und „PE“ an der Position "zentral rechts"

Amplituden

Bei dieser gruppenspezifischen Varianzanalyse ergaben sich für die Amplituden der N1 und N4 signifikante Interaktionen 2. Ordnung zwischen den Faktoren „Gruppe“, „Bild“ und „Elektrodenposition AP“ (N1: $p < 0.1$; N4: $p < 0.05$). Für die Amplitude der N1 wurde diese Interaktion nicht näher betrachtet, da auch die Interaktion 3. Ordnung zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ mir den beiden Positionsfaktoren signifikant wurde. Um die Interaktion „Gruppe x Bild“ genauer analysieren zu können, wurden alle Elektrodenfelder getrennt untersucht. Hierbei wurde die Interaktion nur für den Elektrodenpool PR (posterior rechts) signifikant ($p \leq 0.001$). Eine Zusammenstellung der Ergebnisse bei der Aufspaltung der Positionsfaktoren ist Tabelle 5.93 zu entnehmen.

Eine Untergliederung der Bilder in die vier verschiedenen Kategorien wies auf statistisch bedeutsame Gruppeneffekte an der Position PR bei den Bildern der Klassen „Landschaft“ und „Süß“ hin. Bei den Landschaftsaufnahmen war die N1-Amplitude der Patienten ($M_{PE} = 1.76 \mu V$, $SD_{PE} = 2.15 \mu V$) gegenüber der Amplitude der ungezügelt Esser ($M_{UE} = -1.13 \mu V$, $SD_{UE} = 2.74 \mu V$) signifikant geringer ausgeprägt ($p < 0.05$). Bei den süßen Bildern verhielt es sich umgekehrt ($M_{PE} = -1.93 \mu V$, $SD_{PE} = 2.42 \mu V$; $M_{UE} = 1.00 \mu V$, $SD_{UE} = 4.45 \mu V$; $p < 0.1$). Die Befunde für die einzelnen Bildkategorien sind in Tabelle 5.94 aufgelistet. Das Ergebnis, das in Abbildung 5.37 graphisch veranschaulicht ist, liefert eine teilweise Unterstützung für **Hypothese 5**, da sich ein signifikanter Gruppenunterschied für Bilder einer positiven Nahrungskategorie ergab.

Tabelle 5.93 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild x Elektrodenposition AP x Elektrodenposition LR“ für die Amplitude der N1 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Interaktion „Gruppe x Bild“ getrennt für die neun Positionen

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild x AP x LR	1.68	12	240	0.087	0.850
IA Gruppe x Bild AL	1.08	3	60	0.365	0.278
IA Gruppe x Bild AM	1.18	3	60	0.326	0.301
IA Gruppe x Bild AR	0.27	3	60	0.846	0.099
IA Gruppe x Bild CL	1.15	3	60	0.337	0.294
IA Gruppe x Bild CM	1.28	3	60	0.288	0.326
IA Gruppe x Bild CR	1.48	3	60	0.228	0.373
IA Gruppe x Bild PL	1.85	3	60	0.149	0.456
IA Gruppe x Bild PM	1.58	3	60	0.204	0.395
IA Gruppe x Bild PR	6.55	3	60	0.001	0.963

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade;

AL: anterior links; AM: anterior Mitte; AR: anterior rechts; CL: zentral links; CM: zentral Mitte; CR: zentral rechts; PL: posterior links; PM: posterior Mitte; PR: posterior rechts

Tabelle 5.94 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für Amplitude der N1 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“ an Position PR

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild	6.55	3	60	0.001	0.963
Gruppe in Landschaft	6.98	1	20	0.016	0.710
Gruppe in Ekel	1.04	1	20	0.321	0.163
Gruppe in Herzhaft	1.29	1	20	0.269	0.192
Gruppe in Süß	3.23	1	20	0.088	0.401

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

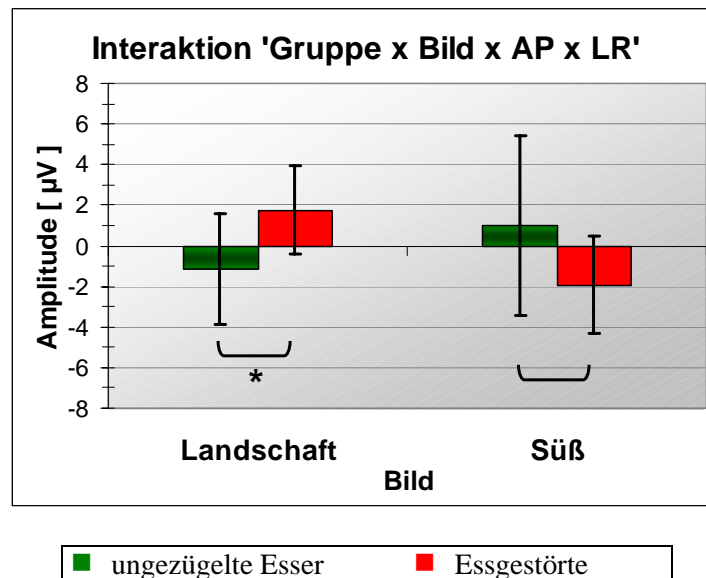


Abbildung 5.37 Amplitude der N1 in Reaktion auf die Bildkategorien "Landschaft" und „Süß“ bei den Gruppen „UE“ und „PE“ an der Position "posterior rechts"

Für die Amplitude der N4 wurde die oben genannte Interaktion, die bereits in der übergeordneten Varianzanalyse signifikant geworden war (vgl. Abschnitt 5.2.2.1.4), zunächst in die einzelnen Stufen des Faktors „Elektrodenposition AP“ aufgeteilt. Dabei fanden sich analog zur Gesamt-ANOVA für den zentralen Bereich und darüber hinaus auch für die anterioren Positionen signifikante Interaktionen zwischen „Gruppe“ und „Bild“ ($p < 0.05$). Eine Aufstellung der Ergebnisse dieser Unterteilung befindet sich in Tabelle 5.95.

Tabelle 5.95 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild x Elektrodenposition AP“ für die Amplitude der N4 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Interaktion „Gruppe x Bild“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition AP“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild x AP	3.29	6	120	0.012	0.923
IA Gruppe x Bild anterior	2.98	3	60	0.038	0.677
IA Gruppe x Bild zentral	3.89	3	60	0.013	0.801
IA Gruppe x Bild posterior	0.09	3	60	0.965	0.065

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Eine weitere Aufgliederung in die verschiedenen Bildklassen innerhalb des zentralen und anterioren Bereichs zeigte, dass sich die signifikanten Gruppeneffekte auf Bilder der Klassen „Landschaft“ und „Ekel“ beschränken. Dabei ergaben sich in Übereinstimmung mit der Gesamt-ANOVA für die Kategorie „Ekel“ im zentralen Bereich (vgl. Tabelle 5.87) stärker ausgeprägte N4-Amplituden bei den ungezügelt Essern gegenüber den essgestörten Patien-

ten ($p < 0.05$). Darüber hinaus wurde in der gruppenspezifischen Analyse auch der entsprechende Unterschied im frontalen Bereich signifikant ($p < 0.05$). Zudem fanden sich in diesem Bereich für Landschaftsbilder bei den ungezügelter Essern ebenfalls stärker ausgeprägte Amplituden ($M_{UE} = -7.16 \mu V$, $SD_{UE} = 5.17 \mu V$) als bei den essgestörten Patienten ($M_{PE} = -3.13 \mu V$, $SD_{PE} = 4.51 \mu V$; $p < 0.1$). Die Befunde sind in Tabelle 5.96 sowie in Abbildung 5.38 dargestellt. Aufgrund dieses Resultats kann **Hypothese 5** nicht bestätigt werden, da Gruppenunterschiede nur für positive Nahrungsreize angenommen werden.

Tabelle 5.96 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für die Amplitude der N4 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: HE „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“ im anterioren und zentralen Bereich

Position	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
anterior	IA Gruppe x Bild	2.98	3	60	0.038	0.677
	Gruppe in Landschaft	3.57	1	20	0.073	0.436
	Gruppe in Ekel	5.35	1	20	0.032	0.595
	Gruppe in Herzhaft	0.51	1	20	0.483	0.105
	Gruppe in Süß	0.47	1	20	0.500	0.100
zentral	IA Gruppe x Bild	3.89	3	60	0.013	0.801
	Gruppe in Landschaft	1.76	1	20	0.199	0.244
	Gruppe in Ekel	6.83	1	20	0.017	0.701
	Gruppe in Herzhaft	0.21	1	20	0.653	0.072
	Gruppe in Süß	0.01	1	20	0.942	0.051

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

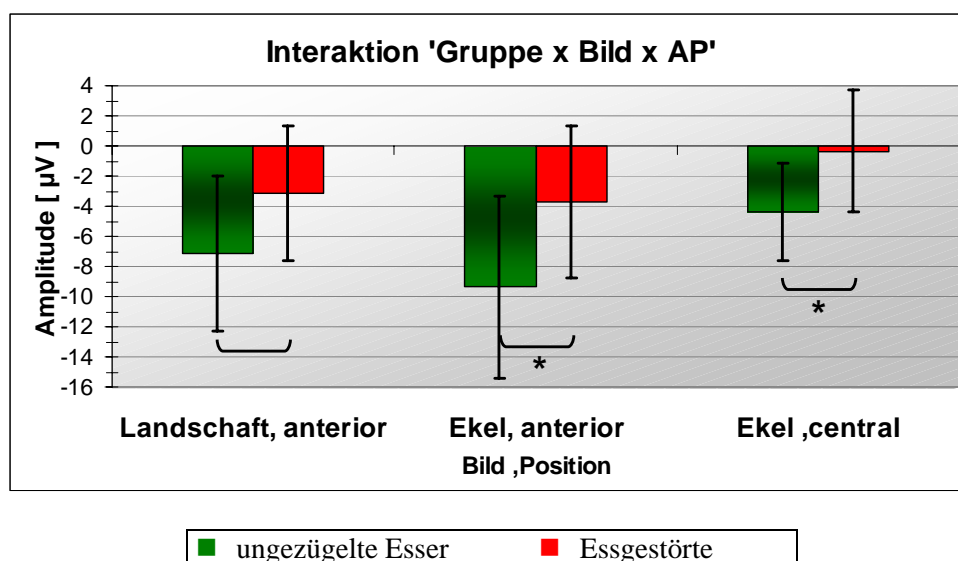


Abbildung 5.38 Amplitude der N4 in Reaktion auf die Bildkategorien "Landschaft" und „Ekel“ bei den Gruppen „UE“ und „PE“ im anterioren und zentralen Bereich

Für die Amplitude der N4 wurde weiterhin die Interaktion „Gruppe x Bild x Elektrodenposition LR“ auf einem α - Niveau von 0.1 % signifikant, wobei dieses Ergebnis wiederum konsistent zu dem Befund aus der Gesamt-ANOVA ist (vgl. Abschnitt 5.2.2.1.4). Eine Aufspaltung in die einzelnen Stufen des Positionsfaktors erbrachte allerdings hier im Gegensatz zu der übergeordneten Varianzanalyse signifikante Interaktionen zwischen „Gruppe“ und „Bild“ für die linke Seite ($p < 0.05$) und die Mittellinie ($p < 0.1$). Die Ergebnisse der Aufspaltung finden sich in Tabelle 5.97.

Tabelle 5.97 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild x Elektrodenposition LR“ für die Amplitude der N4 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Interaktion „Gruppe x Bild“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition LR“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild x LR	4.55	6	120	0.000	0.984
IA Gruppe x Bild links	2.86	3	60	0.044	0.656
IA Gruppe x Bild Mitte	2.50	3	60	0.068	0.591
IA Gruppe x Bild rechts	0.51	3	60	0.675	0.148

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Bei einer weiteren Aufteilung in die einzelnen Bildklassen wurden folgende Gruppeneffekte signifikant: Die Bilder der Klasse „Ekel“ evozierten bei den ungezügelt Essern sowohl auf der linken Seite ($M_{UE} = -4.02 \mu V$, $SD_{UE} = 3.23 \mu V$; $p < 0.1$) als auch über der Mittellinie ($M_{UE} = -5.02 \mu V$, $SD_{UE} = 4.14 \mu V$; $p < 0.05$) stärker ausgeprägte Potentiale als bei den essgestörten Patienten (links: $M_{PE} = -1.22 \mu V$, $SD_{PE} = 3.77 \mu V$; Mitte: $M_{PE} = -0.82 \mu V$, $SD_{PE} = 4.92 \mu V$). Ebenso waren bei den Landschaftsaufnahmen die N4-Amplituden der ungezügelt Esser ($M_{UE} = -1.64 \mu V$, $SD_{UE} = 2.75 \mu V$) im Vergleich zu den Patienten ($M_{PE} = 0.40 \mu V$, $SD_{PE} = 2.59 \mu V$) auf der linken Seite verstärkt ausgeprägt ($p < 0.1$). Die varianzanalytischen Befunde sind in Tabelle 5.98 zusammengestellt und werden in Abbildung 5.39 graphisch veranschaulicht.

Somit liefert dieses Ergebnis – ebenso wie das Resultat der Interaktion von „Gruppe“ und „Bild“ mit „Elektrodenposition AP“ – keine Bestätigung der **Hypothese 5**, da Unterschiede zwischen den Gruppen nur bei positiven nahrungsbezogenen Reizen auftreten sollten.

Tabelle 5.98 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für die Amplitude der N4 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „UE“ und „PE“: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“ auf der linken Seite und in der Mitte

Position	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
links	IA Gruppe x Bild	2.86	3	60	0.044	0.656
	Gruppe in Landschaft	3.07	1	20	0.095	0.386
	Gruppe in Ekel	3.52	1	20	0.075	0.431
	Gruppe in Herzhaft	0.02	1	20	0.886	0.052
	Gruppe in Süß	0.06	1	20	0.810	0.056
Mitte	IA Gruppe x Bild	2.50	3	60	0.068	0.591
	Gruppe in Landschaft	1.00	1	20	0.330	0.158
	Gruppe in Ekel	4.70	1	20	0.042	0.542
	Gruppe in Herzhaft	0.28	1	20	0.605	0.029
	Gruppe in Süß	0.04	1	20	0.852	0.054

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

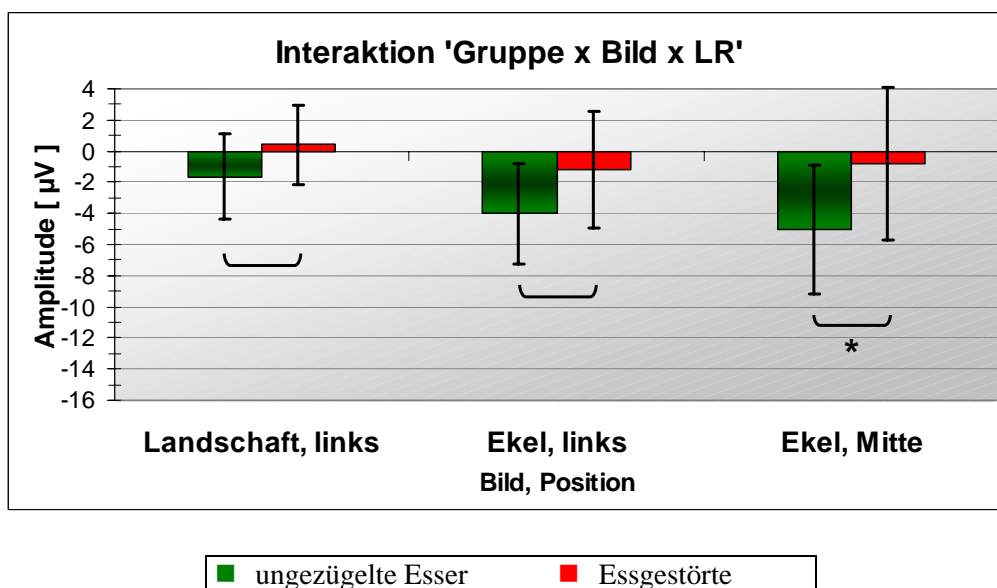


Abbildung 5.39 Amplitude der N4 in Reaktion auf die Bildkategorien "Landschaft" und „Ekel“ bei den Gruppen „UE“ und „PE“ auf der linken Seite und in der Mitte

Für die Amplituden der P2 und N2 erbrachte die gruppenspezifische Untersuchung in Analogie zur übergeordneten ANOVA (vgl. Abschnitt 5.2.2.1.4) eine signifikante Interaktion aller vier Faktoren (P2: $p < 0.05$; N2: $p < 0.1$). Bei der Aufteilung in die einzelnen Elektrodenpools zeigte sich für die P2 nur an der Position PR (posterior rechts) ein statistisch bedeut-

sames Ergebnis ($p < 0.01$). Bei einer weiteren Aufspaltung der einzelnen Bildkategorien fanden sich allerdings ebenso wie in der Gesamt-ANOVA keine signifikanten Gruppenunterschiede mehr. Für die N2 spiegelt sich hier auch nur das Ergebnis der Gesamt-ANOVA wider, da bereits die Aufteilung der einzelnen Positionen keine signifikanten Ergebnisse mehr erbrachte.

5.2.2.2.2 Vergleich von ungezügelten und gezügelten Essern

Latenzen

In dieser Analyse fand sich nur für die Latenz der pSW eine signifikante Interaktion der Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ mit „Elektrodenposition AP“ ($p < 0.1$). Da auch die Interaktion aller vier Faktoren miteinander ein Signifikanzniveau von 10 % erreichte, wurden nur hier weitere Aufspaltungen vorgenommen. Bei einer Unterteilung der einzelnen Elektrodenpools fand sich allerdings kein signifikanter Effekt mehr.

Amplituden

Für die Amplitude der N4 erwies sich die Interaktion „Gruppe x Bild x Elektrodenposition LR“ auf einem α -Niveau von 5 % als signifikant. Bei einer Aufteilung der drei Stufen des lateralen Positionsfaktors resultierten jedoch keine weiteren signifikanten Befunde.

5.2.2.2.3 Vergleich von Essgestörten und gezügelten Essern

Latenzen

Für die Latenz der N4 ergab sich eine signifikante Interaktion der Faktoren „Gruppe“, „Bild“ und „Elektrodenposition AP“ ($p < 0.1$). Eine Untergliederung des Positionsfaktors in die Stufen „anterior“, „zentral“ und „posterior“ erbrachte für alle drei Bereiche signifikante Interaktionen zwischen „Gruppe“ und „Bild“ (anterior, zentral: $p < 0.1$; posterior: $p < 0.01$), die in Tabelle 5.99 zusammengefasst sind.

Bei der anschließenden Aufteilung in die einzelnen Bildkategorien fanden sich signifikante Gruppeneffekte für die Bilder der Kategorie „Landschaft“ an den zentralen und posterioren Elektrodenfeldern (vgl. Tabelle 5.100). Dabei zeigten die essgestörten Patienten (zentral: $M_{PE} = 433.70$ ms, $SD_{PE} = 33.40$ ms; posterior: $M_{PE} = 468.15$ ms, $SD_{PE} = 25.83$ ms) jeweils kürzere Latenzen als die gezügelten Esser (zentral: $M_{RE} = 467.78$ ms; $SD_{RE} = 24.62$ ms; posterior: $M_{RE} = 500.19$ ms; $SD_{RE} = 32.27$ ms; $p < 0.05$). Diese Ergebnisse sind in Abbildung 5.40 graphisch veranschaulicht. In der Gesamt-ANOVA wurde bereits ein vergleichbarer

signifikanter Unterschied bei der Interaktion „Gruppe x Bild“ über alle Positionen festgestellt (vgl. Tabelle 5.81).

Tabelle 5.99 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild x Elektrodenposition AP“ für die Latenz der N4 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „RE“ und „PE“: Interaktion „Gruppe x Bild“ getrennt für die drei Stufen von „Elektrodenposition AP“

Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
IA Gruppe x Bild x AP	2.02	6	96	0.070	0.711
IA Gruppe x Bild anterior	2.33	3	48	0.086	0.552
IA Gruppe x Bild zentral	2.22	3	48	0.098	0.528
IA Gruppe x Bild posterior	4.57	3	48	0.007	0.860

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Tabelle 5.100 Aufspaltung der Interaktion „Gruppe x Bild“ für die Latenz der N4 im VEKP bei der gruppenspezifischen Analyse von „RE“ und „PE“: Haupteffekt „Gruppe“ getrennt für die vier Stufen von „Bild“ im zentralen und posterioren Bereich

Position	Effekt	F	df ₁	df ₂	p	Power
zentral	IA Gruppe x Bild	2.22	3	48	0.098	0.528
	Gruppe in Landschaft	6.07	1	16	0.025	0.638
	Gruppe in Ekel	0.06	1	16	0.803	0.057
	Gruppe in Herzhaft	0.01	1	16	0.939	0.051
	Gruppe in Süß	0.58	1	16	0.456	0.111
posterior	IA Gruppe x Bild	4.57	3	48	0.007	0.860
	Gruppe in Landschaft	5.41	1	16	0.034	0.589
	Gruppe in Ekel	2.17	1	16	0.160	0.283
	Gruppe in Herzhaft	1.48	1	16	0.242	0.208
	Gruppe in Süß	1.06	1	16	0.318	0.163

IA: Interaktion; df₁, df₂: Zähler- und Nennerfreiheitsgrade

Für die Latenz der pSW fand sich auch in dieser Analyse eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ ($p < 0.1$). Eine Aufteilung der einzelnen Bildkategorien führte jedoch zu keinem signifikanten Gruppenunterschied.

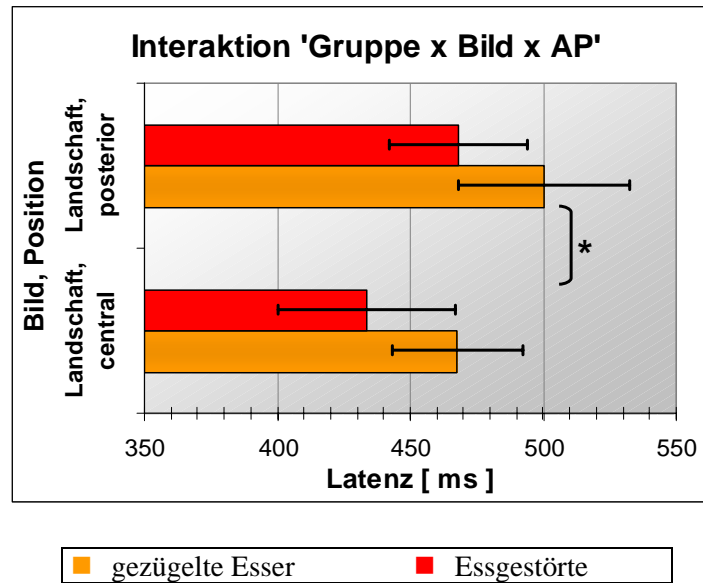


Abbildung 5.40 Latenz der N4 in Reaktion auf die Bildkategorie "Landschaft" bei den Gruppen „RE“ und „PE“ im zentralen und posterioren Bereich

Amplituden

Für keine der untersuchten Komponenten fand sich ein signifikanter Haupteffekt der Faktoren „Gruppe“ oder „Bild“ oder eine statistisch bedeutsame Interaktion, in der diese beiden Faktoren gemeinsam mit eingingen.

5.2.2.2.4 Zusammenfassung der hypothesenbezogenen Ergebnisse

Die deutlichsten Gruppenunterschiede finden sich entgegen der Erwartungen bei den Bildern der Kategorien „Landschaft“ und „Ekel“, die in ihrer Funktion als „Kontrollreize“ für die positiven Nahrungsstimuli zu keinen Unterschieden zwischen den Gruppen führen sollten (vgl. Zusatzannahme 2).

In Reaktion auf die Landschaftsbilder zeigen die essgestörten Patienten an einer Position eine gegenüber den ungezügelter Essern geringer ausgeprägte N1-Amplitude. Gleichzeitig weisen die Essgestörten bei dieser Bildklasse an einigen Positionen auch kleinere N4-Amplituden auf als die ungezügelter Esser, die bereits bei der rein deskriptiven Betrachtung der Potentiale ins Auge fielen. Sowohl in der übergeordneten ANOVA als auch in den gruppenspezifischen Varianzanalysen zeigen sich für die Landschaftsaufnahmen einheitlich Latenzverkürzungen der N4 und der pSW bei den essgestörten Patienten im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen. Ähnlich wie die Landschaftsaufnahmen evozieren auch die Bilder der Kategorie „Ekel“ bei den Patienten schwächer ausgeprägte N4-Amplituden als bei den ungezügelter Essern.

In Reaktion auf die Nahrungsstimuli finden sich für die Reize der Kategorie „Süß“ statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den Essgestörten und den ungezügelter Essern, wodurch **Hypothese 5** unterstützt wird. Diese Unterschiede zeigen sich bereits bei den frühen Komponenten N1 und P2: Die Patienten reagieren hier mit einer stärker ausgeprägten N1-Amplitude und einer verlängerten P2-Latenz. In Bezug auf die Beobachtungen zur späten Komponente pSW, die in der deskriptiven Betrachtung besonders für die Stimuli der Klasse „Süß“ bei den Patienten gegenüber den ungezügelter Essern verändert zu sein schien, finden sich trotz deutlich sichtbarer Amplitudenunterschiede nur statistisch bedeutsame Gruppeneffekte in der Latenz. In Reaktion auf die Bilder der Kategorie „Süß“ weisen die Patienten gegenüber den ungezügelter Essern verlängerte pSW-Latenzen auf. Bei der Verarbeitung der Reize der Bildklasse „Herzhaft“ treten keine statistisch bedeutsamen Gruppenunterschiede auf.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Essgestörte bei der Wahrnehmung visueller Stimuli nicht nur in Reaktion auf angenehme Nahrungsbilder, sondern auch bei unangenehmen Nahrungsstimuli und nicht nahrungs-assoziierten Reizen eine gegenüber gesunden, ungezügelter Essern veränderte Reizverarbeitung zeigen. Dabei treten Gruppenunterschiede sowohl bei frühen (N1, P2) als auch späten Komponenten (N4, pSW) des EKPs auf, die bei der rein optischen Betrachtung der Potentiale nicht immer deutlich werden.

6 DISKUSSION

Das menschliche Ernährungsverhalten unterliegt neben physiologischen vor allem kognitiven Mechanismen. Zahlreiche Forschungsarbeiten (vgl. z. B. Hill et al., 1989; Knight & Boland, 1989; Polivy, Herman & McFarlane, 1994; Rotenberg & Flood, 1999; Ruderman, 1985a; Spencer & Fremouw, 1979) haben gezeigt, dass das Konzept des „Restrained Eating“ (Herman & Mack, 1975; Herman & Polivy, 1975) als besonders geeignet erscheint, um das Essverhalten zu erklären. Personen, die als *restrained eaters* klassifiziert werden, neigen aufgrund ihrer Einstellung zu Nahrung, Gewicht und Figur zu physiologisch unangepassten Verhaltensweisen wie längerfristiger Mangelernährung, oftmals gekoppelt mit überkompensatorischen Essanfällen. Der Versuch, das Essverhalten permanent kognitiv zu kontrollieren und dabei physiologische Bedürfnisse zu ignorieren wird als einer der Hauptrisikofaktoren für die Entwicklung einer bulimischen Essstörung betrachtet (z.B. Laessle, 1993; Polivy & Herman, 1985; Tuschl, 1990).

Unterschiede zwischen ungezügelter Essern sowie gezügelten Essern und essgestörten Patienten lassen sich allerdings nicht nur auf der kognitiven und der Verhaltensebene feststellen. Bei der Präsentation von Nahrungsreizen zeigen gezügelte Esser und essgestörte Patienten auch bei physiologischen Parametern wie der Hautleitfähigkeit (Piacentini et al., 1993) und der Speichelrate (z. B. Klajner et al., 1981; Le Goff & Spigelman, 1987; Le Goff et al., 1988) Abweichungen von gesunden ungezügelter Essern.

Hauptziel der vorliegenden Studie war es, erstmals zu überprüfen, ob sich auch auf der Ebene der zentralnervösen Verarbeitung Unterschiede in der Verarbeitung von Nahrungsreizen zwischen ungezügelter Essern einerseits und gezügelten Essern sowie essgestörten Patienten andererseits nachweisen lassen. Hierzu wurden bei Personen der oben genannten drei Gruppen die ereigniskorrelierten Potentiale in Reaktion auf olfaktorische und visuelle Nahrungsreize aufgezeichnet. Dabei wurde postuliert, dass sich das Konstrukt „gestörtes Essverhalten“ entlang eines Kontinuums darstellen lässt, bei dem der eine Endpunkt durch die gesunden ungezügelter Esser und der andere durch die Personen mit bulimisch gestörtem Essverhalten repräsentiert wird. Darüber hinaus wurde angenommen, dass die gezügelten Esser, die sich zwischen diesen beiden Extremen befinden sollten, näher an der Gruppe der Essgestörten liegen und sich somit von diesen weniger stark unterscheiden als von den ungezügelter Essern. Da davon ausgegangen wird, dass es sich bei dem kognitiv-kontrollierten Ernährungsstil um ein gelerntes und nicht ererbtes Verhalten handelt, wurden die Unterschiede in den EKPs vorrangig bei den späten Komponenten der kontrollierten Reizverarbeitung erwartet. Weiterhin wurde vermutet, dass die Auffälligkeiten der gezügelten Esser und der essgestörten Patienten vor allem bei der olfaktorischen Verarbeitung deutlich werden. Begründet wird diese Annahme damit, dass Geruchsreize für den Aromaeindruck von Speisen eine entscheidende Bedeutung haben. Zudem sind an ihrer Verarbeitung im besonderen Maße limbische Struktu-

ren und Teile des Orbitofrontalkortex beteiligt, in denen auch die Repräsentation des Belohnungswertes eines Nahrungsgeruchs nachgewiesen werden konnte (Chritchley & Rolls, 1996a; 1996b; O'Doherty et al., 2000; Small et al., 2001).

Zusätzlich zu den Unterschieden in der zentralnervösen Informationsverarbeitung wurden Abweichungen der gezügelten Esser und essgestörten Patienten in der subjektiven Beurteilung der Nahrungsreize angenommen. Hierzu wurde die Grundannahme formuliert, dass die Konfrontation mit appetitlichen Nahrungsstimuli für Personen mit einem gezügelten Essverhalten die Gefahr eines Kontrollverlusts beinhaltet. Ausgehend von dieser Annahme ist zu erwarten, dass das eigene Kontrollempfinden (Dominanz) bezüglich positiver Nahrungsreize bei den gezügelten Essern und essgestörten Patienten niedriger ausfallen sollte als bei den ungezügelten Essern. Gleichzeitig wurde bei den erstgenannten beiden Gruppen in Reaktion auf visuelle Reize ein höheres Arousal bzw. in Reaktion auf olfaktorische Stimuli eine höhere Intensitätsbewertung erwartet als bei den ungezügelten Essern. Darüber hinaus sollten gezügelte Frauen mit der Wahrnehmung appetitlicher Nahrungsreize eine starke emotionale Ambivalenz verbinden. Ein ursprünglich als positiv bewerteter Stimulus (Geruch, Geschmack oder Anblick einer appetitlichen Speise) kann durch eine wiederholte Kopplung mit Gefühlen von Kontrollverlust und Schuld eine negative Valenz erhalten. Die subjektive Einschätzung der Reize fand getrennt von der EEG-Aufzeichnung statt.

Um zu überprüfen, ob sich die vorhergesagten Unterschiede nur auf nahrungsspezifische, appetitliche Reize beziehen, wurden zusätzlich sowohl nicht nahrungsbezogene Stimuli als auch ekelerregende Nahrungsreize präsentiert. Entsprechend der oben genannten Annahme, dass sich die Abweichungen der gezügelten Esser und essgestörten Patienten von den ungezügelten Essern auf Reize beziehen, welche eine Bedrohung der kognitiven Kontrolle des Essverhaltens darstellen, sollten bei den nicht nahrungsassoziierten Stimuli und unangenehmen Nahrungsreizen keinerlei Gruppenunterschiede auftreten. Um sicherzustellen, dass die Nahrungsreize auch als solche erkannt wurden, mussten die Teilnehmerinnen im Rahmen der EEG-Ableitung bei jedem Stimulus über eine motorische Reaktion eine Zuordnung zu den Klassen „Nahrung“ und „keine Nahrung“ vornehmen.

Im folgenden soll nun zunächst dieser Aspekt der Methodenkontrolle diskutiert werden. Darüber hinaus werden die Ergebnisse der subjektiven Einschätzung der Reize in Hinblick auf die durch die Vorauswahl zu erwartenden Unterschiede zwischen den Reizklassen betrachtet. Weiterhin wird die topographische Verteilung der Komponenten des CSEKPs und des VEKPs mit den in der Literatur berichteten Ergebnissen verglichen. Im Anschluss an die Interpretation der Methodenkontrolle sollen zunächst die hypothesenbezogenen Ergebnisse der subjektiven Beurteilung der Stimuli besprochen werden. Es schließt sich die Diskussion der EKP-Befunde an, wobei eine Integration mit den subjektiven Daten erfolgen soll.

6.1 Methodenkontrolle

6.1.1 Motorische Reaktion

6.1.1.1 Olfaktorische Stimulation

Bei den drei Gerüchen „Rose“, „Karamell“ und „Zwiebel“ zeigte sich ein eindeutiges Ergebnis. Der Rosengeruch wurde insgesamt in 91 % der Darbietungen in die Kategorie „keine Nahrung“ eingeordnet. Die beiden Nahrungsgerüche hingegen erhielten in rund 69 % der Präsentationen die Zuordnung „Nahrung“, wodurch sie sich klar von dem Rosengeruch unterscheiden. Dass es bei den beiden Nahrungsgerüchen nur in rund zwei Drittel der Fälle zu korrekten Zuordnungen kam, lässt sich mit der Unsicherheit der Teilnehmerinnen in Bezug auf die Duftquelle begründen, die als typisch für die olfaktorische Wahrnehmung gilt (vgl. Schab & Cain, 1991). Beispielsweise wurde der Zwiebelgeruch häufig als „saure Gemüsesuppe“, „verkochtes Gemüse“, „verdorbenes Gemüse“ oder „zu alter Brühwürfel“ bezeichnet, während der Karamellgeruch mit Begriffen wie „süßlich“, „Süßigkeit“, „Jahrmarkt“ oder „Dessert“ umschrieben wurde. Der Rosengeruch erhielt u.a. ebenfalls manchmal die Beschreibung „süßlich“, wurde aber auch als „blumig“, „sommerlich“ oder „frisch“ bezeichnet. Da es bei diesen Einteilungen zu keinerlei Unterschieden zwischen den drei Personengruppen kam, kann davon ausgegangen werden, dass alle Teilnehmerinnen bei den Gerüchen von Karamell und Zwiebel eine Assoziation mit Nahrung vornehmen konnten, während sie den Rosenduft als nicht nahrungsbezogen wahrnahmen.

6.1.1.2 Visuelle Stimulation

Bei der visuellen Stimuluspräsentation ergab sich ein etwas komplexeres Bild. Auch hier wurden Landschaftsaufnahmen, die ein Pendant zum Rosengeruch darstellen sollten, mit einem Prozentanteil von 99 % eindeutig der Kategorie „keine Nahrung“ zugeschrieben. Abbildungen von herzhaften und süßen Speisen dagegen wurden in rund 99.5 % der Fälle als „Nahrung“ klassifiziert. Für diese Reizklassen ergibt sich somit eine noch schärfere Abgrenzung zwischen den Kategorien „Nahrung“ und „keine Nahrung“ als bei den olfaktorischen Reizen, die auf der größeren Sicherheit der Teilnehmerinnen bei der Erkennung des Bildmaterials im Gegensatz zu den Düften beruht.

Bilder von verdorbenen Lebensmitteln (z.B. grünschimmeliges Brot, überreife, braune Bananen etc.) wurden durchschnittlich noch in 87 % aller Präsentationen als „Nahrung“ angesehen. Sie heben sich damit zwar eindeutig von den Landschaftsbildern ab, weisen aber gleichzeitig auch einen statistisch bedeutsamen Unterschied zu den Abbildungen der beiden Nahrungskategorien „Herzhaft“ und „Süß“ auf. Für diesen Effekt lassen sich zwei Erklärungen anfüh-

ren. Zum einen handelte es sich bei den Abbildungen der Kategorie „Ekel“ um komplett selbsterstelltes Material. Somit ist die Erkennbarkeit und Klarheit bei diesen Bildern als geringer einzuschätzen als bei den Bildern der anderen Reizkategorien, die überwiegend aus Kochbüchern und Illustrierten stammten (Nahrung) oder dem IAPS entnommen wurden (Landschaft). Eine weitere Erklärung für die seltenere Einordnung der „Ekel-Reize“ in die Kategorie „Nahrung“ liegt in der den Stimuli selbst inhärenten Ambivalenz, die einige der Probandinnen im Laufe der Sitzung beschrieben: Bei einer Fotoaufnahme beispielweise, auf der eine stark verschimmelte Brotscheibe zu erkennen war, konnte zwar ein Bezug zur Kategorie „Nahrung“ hergestellt werden, da es sich offensichtlich um ein (vormals essbares) Lebensmittel handelte. Aufgrund des bei diesem Bild empfundenen Ekels erschien den Teilnehmerinnen allerdings ein Verzehr unvorstellbar, so dass viele die auf dem Monitor sichtbare Frage „Essen?“ mit „Nein“ beantworteten. Auch hier fanden sich keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen, so dass angenommen werden kann, dass sowohl gesunde gezügelte und ungezügelter Esser als auch essgestörte Patienten bezüglich der Unterteilung von nahrungsbezogenen und nicht nahrungsassoziierten Bildern in ihrer subjektiven Einschätzung übereinstimmen.

Abschließend lässt sich feststellen, dass sowohl bei der olfaktorischen als auch bei der visuellen Präsentation die geplante Unterteilung der Stimuli in appetitliche und unappetitliche Nahrungsreize sowie in nicht nahrungsbezogene Reize als gelungen angesehen werden kann.

6.1.2 Subjektive Bewertung der Stimuli

6.1.2.1 Olfaktorische Stimulation

Zur weiteren Kontrolle der Eignung des Stimulusmaterials für die Fragestellung dieser Studie wurde die subjektive Beurteilung der einzelnen Reizklassen untersucht. Für die olfaktorische Stimulation wurden aufgrund von Vorstudien vergleichbare Intensitätsangaben für die drei Düfte von Rose, Karamell und Zwiebel erwartet. Weiterhin sollten der Rosen- und der Karamellgeruch sowohl bei der Bewertung der positiven als auch der negativen Valenz als ähnlich angenehm eingeschätzt werden, während der Zwiebelgeruch als deutlich unangenehmer beurteilt werden sollte.

Bei der positiven Valenz entsprechen die Ergebnisse exakt diesen Erwartungen. Innerhalb eines Wertebereichs von 0 bis 100 liegen die Bewertungen des Rosen- und Karamelldufts mit Mittelwerten um 62 im moderat positiven Bereich und unterscheiden sich nicht, während sich der Zwiebelgeruch mit einem Mittelwert von 15 deutlich darunter befindet. In Bezug auf die negative Valenz erhält der Zwiebelgeruch mit einem durchschnittlichen Wert von 74 eine eindeutig negativere Einschätzung als der Rosenduft, der mit einem Wert von 20 aber noch als signifikant negativer beurteilt wird als der Karamellduft, dessen Mittelwert bei 10 liegt.

Hinsichtlich der Intensität ließ sich – trotz mehrerer Vorversuche zur Anpassung der drei Düfte – keine vollständige Angleichung erreichen, wie die unterschiedliche Beurteilung der drei Duftstoffe in der Hauptstudie zeigt. Dabei erreicht der Zwiebelduft mit einem mittleren Wert von 67 (möglicher Wertebereich: 0 - 100) eine signifikant stärkere Intensität als die Düfte von Karamell und Rose, deren Mittelwerte von 46 bzw. 51 sich nicht statistisch bedeutsam voneinander abheben.

Bei der gemeinsamen Betrachtung der beiden Variablen „Valenz“ und „Intensität“ wird deutlich, dass sich hier eine Konfundierung nicht vollständig vermeiden ließ, so dass Unterschiede der CSEKP-Komponenten in Reaktion auf den Zwiebel- und den Karamellgeruch nicht mehr eindeutig interpretierbar sind. Sie können zwar einerseits auf die Valenz der Gerüche zurückgeführt werden, andererseits könnten sie aber auch auf deren unterschiedlicher Intensität beruhen. Diese Konfundierung zeigt sich auch darin, dass sich für den Zwiebelgeruch eine negative Korrelation zwischen den Variablen „Valenz positiv“ und „Intensität“ feststellen lässt, die knapp das Signifikanzniveau von 5 % überschreitet ($r = -0.309$, $p = 0.053$). Ein derartiger Zusammenhang wurde bereits von Pause et al. (1997) für Menthol und Linalool nachgewiesen.

Eine Erklärung dieses Zusammenhangs im Sinne einer Kausalbeziehung zwischen der Valenz und der Intensität des Zwiebelgeruchs ist in beide Richtungen vorstellbar. Einerseits könnte die extrem negative Valenz dieses Dufts zumindest teilweise auf seiner hohen Intensität beruhen. Andererseits könnte es aber durch den als z.T. ekelregend beschriebenen Geruchseindruck des Zwiebelaromas auch zu einer Sensitivierung der Probandinnen gekommen sein, welche die erhöhte Intensitätseinschätzung zwar nicht bewirkt, aber zumindest verstärkt. Hierfür spricht, dass die meisten Teilnehmerinnen den Zwiebelgeruch in der ersten Sitzung und innerhalb des Geruchs-Screenings – trotz deutlich niedrigerer Konzentrationen – bereits spontan als unangenehm beschrieben hatten, bevor sie bei der subjektiven Bewertung erneut mit dem Geruch konfrontiert wurden. Einen vergleichbaren Effekt fand Dalton (1996), die nachweisen konnte, dass die Intensitätseinschätzung eines Geruchs durch kognitive Prozesse beeinflusst wird. Bei kontinuierlicher Raumbeduftung ließ sie verschiedene Personengruppen die Intensität eines Duftes, über den sie zuvor unterschiedlich informiert worden waren, mehrfach in kurzen zeitlichen Abständen bewerten. Während eine Gruppe den Duft für gesundheitsfördernd hielt und eine normale Adaptation aufwies, kam es bei den Personen einer zweiten Gruppe zu einer Sensitivierung. Letzteren war der Geruch als gesundheitsgefährdend beschrieben worden. Besonders interessant ist das Ergebnis einer dritten Gruppe, die eine neutrale Information über den Geruch erhielt, denn auch die Probandinnen der vorliegenden Studie hatten keine spezifischen Informationen über die Düfte. In der Studie von Dalton (1996) kam es bei einem Teil der Personen aus der dritten Gruppe ebenfalls zu einer Sensitivierung. Die Beurteilung des Zwiebelgeruchs als äußerst unangenehm lässt daher vermuten, dass die Teilnehmerinnen der vorliegenden Studie ihn aufgrund seiner hedonischen Komponente als besonders intensiv erlebten.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die olfaktorischen Stimuli den Anforderungen bezüglich der erwarteten Valenzunterschiede entsprechen, während die unerwarteten Intensitätsdifferenzen eine eindeutige Interpretation der EKP-Daten erschweren könnten.

6.1.2.2 Visuelle Stimulation

Auch das Bildmaterial wurde anhand umfangreicher Vorstudien erstellt und ausgewählt. Entsprechend dieser Vorauswahl wurde für die subjektive Beurteilung der Valenz erwartet, dass es bei der Kategorie „Ekel“ zu negativeren Angaben kommen sollte als bei den anderen drei Reizklassen „Landschaft“, „Herzhaft“ und „Süß“. Hypothesenkonform liegen die mittleren Valenz-Ratings innerhalb eines möglichen Wertebereichs von 1 bis 9 für die Ekelbilder mit einem Wert von 3.3 signifikant unter den Werten für die Kategorien „Landschaft“ (7.0), „Süß“ (6.4) und „Herzhaft“ (6.5).

Zusätzlich kommt es zu dem unerwarteten Ergebnis, dass die Valenzbeurteilung bei Landschaftsbildern signifikant positiver ausfällt als bei den beiden Nahrungskategorien. Da sich bereits in der Vorstudie zur Auswahl des Bildmaterials eine vergleichbare Tendenz gezeigt hatte, wurden für den Hauptversuch die Landschaftsbilder mit dem höchsten Valenz-Rating so ausgetauscht, dass eine Anpassung an die beiden Nahrungskategorien erreicht wurde (vgl. Tabelle 4.20). Dennoch kam es in der Hauptstudie für die Gruppe der ungezügelt Esser zu einem tendenziell signifikanten Unterschied zwischen den Kategorien „Landschaft“ und „Herzhaft“.

Bei der differenzierten Betrachtung der essgestörten Patientinnen wird ein Signifikanzniveau von 5 % für den Vergleich der Kategorien „Landschaft“ und „Süß“ nahezu erreicht. Eine Erklärung für diesen Befund könnte darin liegen, dass die Abbildungen süßer Speisen einen Hinweisreiz für einen drohenden Kontrollverlust darstellen, der als aversiv erlebt wird. Diese Bilder werden somit als unangenehmer bewertet als die Landschaftsaufnahmen, die für die Patientinnen eventuell die Möglichkeit der Entspannung signalisieren und daher als angenehmer eingestuft werden.

In der Einschätzung des Arousals lassen sich folgende Unterschiede zwischen den Bildkategorien feststellen, die aufgrund der Vorauswahl der Reize nicht zu erwarten waren: Die Landschaftsaufnahmen wurden innerhalb des möglichen Wertebereichs von 1 bis 9 mit einem mittleren Wert von 5.5 als anregender beurteilt als die Bilder der drei anderen Kategorien, deren mittlere Arousal-Werte zwischen 4.4 und 5.0 schwanken. Dieser Befund ist allerdings auf die beiden Gruppen der gezügelten und ungezügelt Frauen zurückzuführen und war nach dem oben erwähnten Austausch von Landschaftsbildern nicht aufgetreten (vgl. Tabelle 4.20).

In der Gruppe der essgestörten Frauen ergibt die deskriptive Betrachtung ein zu den anderen beiden Gruppen umgekehrtes Bild: Die Patientinnen schätzen ihr Arousal bei der Kategorie

„Süß“ mit einem Wert von 5.6 am höchsten ein, gefolgt von der Kategorie „Herzhaft“. Bei den Bildern der Landschaftskategorie hingegen geben sie den niedrigsten Wert von 4.7 an.

Insgesamt sind diese Befunde mit der Annahme vereinbar, dass die Nahrungsbilder für die gesunden Personen eine wesentlich geringere subjektive Bedeutung besitzen als für die Essgestörten. Die Betrachtung dieser Stimuli erzeugt bei den gezügelten und ungezügelten Essern daher ein niedrigeres Erregungsniveau als der Anblick von Landschaftsbildern. Bei den essgestörten Patientinnen dagegen reflektiert das höhere Arousal bei den Bildern der Kategorie „Süß“ wiederum die wahrgenommene Gefahr, die diese Personen mit dem Anblick appetitlicher Lebensmittel verbinden.

Bezogen auf die Dominanz-Dimension bewegen sich alle vier Reizklassen mit Werten zwischen 5.1 und 5.5 in einem moderaten Bereich, wobei sich bei der Betrachtung der Gesamtstichprobe keine Unterschiede zwischen den Kategorien ergeben.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch die sorgfältige Auswahl des visuellen Stimulusmaterials die geforderten Voraussetzungen für die angenehmen und unangenehmen Nahrungsstimuli vollständig erfüllt werden. In der Valenzbeurteilung zeigen sich klare Unterschiede zwischen der Reizklasse „Ekel“ und den beiden Nahrungskategorien „Herzhaft“ und „Süß“, wobei es gleichzeitig zu keinen Arousal- und Dominanzunterschieden zwischen den drei Bildklassen kommt. Eine Sonderrolle nehmen die nicht nahrungsassoziierten Kontrollreize der Kategorie „Landschaft“ ein. Sie erhalten sowohl hinsichtlich der Valenz- als auch der Arousal-Dimension z.T. höhere Einstufungen als die positiven Nahrungsreize.

6.1.3 Topographie der detektierten EKP-Komponenten

6.1.3.1 Olfaktorische Stimulation

Die in dieser Studie im Rahmen des CSEKPs detektierte N1 zeigt ein für olfaktorische und trigeminale Stimuli untypisches Verhalten. Im Gegensatz zu Studien, in denen mittels rein olfaktorischer Substanzen eine zentro-parietale Dominanz der N1 nachgewiesen werden konnte (Hummel & Kobal, 1992; Kobal & Hummel, 1991b; Kobal et al., 1992; Livermore et al., 1992; Pause et al., 1997), ergeben sich in der vorliegenden Studie frontal die stärksten negativen Auslenkungen des Potentials. Zusätzlich ist die Komponente lateral stärker ausgeprägt als über der Mittellinie, wodurch auch ihre Interpretation als „trigeminale N1“ unzutreffend ist, da bei der Reizung von Trigeminusfasern durch chemische Substanzen in den oben genannten Studien die stärksten Amplituden über dem Vertex (also zentral) gefunden wurden. Da die Latenz der Komponente über das vorher festgelegte Zeitintervall (300 – 550 ms) in einem für CSEKPs typischen Bereich um 390 ms schwankt, ist auch die Beteiligung einer anderen Modalität (akustisch, visuell) aufgrund der hier üblichen kürzeren Latenzen ausgeschlossen.

Eine deskriptive Betrachtung der Standardabweichungen der mittleren Latenzen bei den vier Komponenten weist nicht auf größere Werte der N1 gegenüber den drei Positivitäten hin. Die Standardabweichungen aller Komponenten liegen im Bereich zwischen 25 und 50 ms, wobei die beiden späten Komponenten P3 und pSW eher größere Schwankungsbreiten aufweisen als die N1 und die P2. Allerdings sind die Amplituden der N1 deutlich geringer ausgeprägt als die der anderen Komponenten. Es ist daher zwar vorstellbar, dass starke Latenzunterschiede in den Einzeltrials (*latency jitter*) dazu geführt haben, dass durch die Überlagerung der Kurven bei der Average-Bildung eine Reduktion und Abflachung der Komponente stattgefunden hat. Dies erklärt jedoch nicht, warum die N1 statt der erwarteten zentro-parietalen eine fronto-laterale Dominanz aufweist. Da die Einflüsse der Reizapplikation und der Atmung in dieser Studie streng kontrolliert wurden, um möglichst optimale Voraussetzungen für die Ableitung von CSEKPs zu schaffen (vgl. die Abschnitte 2.3.4.1 und 4.2.2.6.1), scheinen auch diese Aspekte für die Erklärung des Verhaltens der N1 ungeeignet. Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass es in dieser Studie nicht gelungen ist, mittels der Aufzeichnung von CSEKPs eine für die weitere Auswertung verwendbare N1-Komponente zu detektieren.

Die topographische Verteilung der untersuchten Positivitäten P2, P3 und pSW entspricht weitgehend den in der Literatur für chemosensorische Reize berichteten Ergebnissen (vgl. Abschnitt 2.3.4.2). Alle drei Komponenten zeigen über der Scheitellinie größere Amplituden als an den beiden Seiten. Darüber hinaus weisen sie eine zentro-parietale Dominanz auf, wobei die P2 über der Mittellinie im zentralen Bereich besonders ausgeprägt ist, während sich bei den anderen beiden Positivitäten die Amplitudenwerte für das zentrale und das parietale Elektrodenfeld nicht unterscheiden. Für die P3 wurde in zahlreichen Untersuchungen modalitätsübergreifend ein parietales Maximum gefunden (vgl. Abschnitt 2.3.2.4.2), welches sich auch in CSEKP-Studien zeigte (vgl. Abschnitt 2.3.4.2). Für die P2, die bislang wesentlich seltener untersucht wurde, ist die Befundlage weniger eindeutig. Während für akustische Reize generell zentrale Maxima gefunden werden, stellte die Arbeitsgruppe um Pause in einigen Studien (Pause et al., 1996a; Pause, Raack, Sojka, Göder, Aldenhoff & Ferstl, 2003) eine frontale Dominanz der Komponente im CSEKP fest. In anderen Arbeiten hingegen werden eher zentro-parietale Maxima berichtet (Daniels, Gottwald, Pause, Sojka, Mehdorn & Ferstl, 2001; Evans et al., 1995; Geisler, Morgan, Covington & Murphy, 1999; Pause et al., 1997; Tateyama et al., 1998). Für die pSW, die bisher hauptsächlich im Rahmen von VEKP-Studien untersucht wurde (vgl. Abschnitt 2.3.3), fanden sich meist fronto-zentrale Maxima (Diedrich, et al., 1997; Naumann et al., 1997; Schupp et al., 2000). Allerdings wurden auch zentro-parietale Anteile beschrieben (Dolcos & Cabeza, 2002; Keil et al., 2002; Schupp et al., 2004). In der CSEKP-Studie von Geisler et al. (1999), in der eine „*Slow Wave Area*“ zwischen dem Offset der N2 und der Rückkehr zur Baseline bestimmt wurde, lag ebenfalls ein parietales Maximum vor.

Somit lässt sich abschließend feststellen, dass die drei im Rahmen der CSEKP-Messung detektierten Positivitäten für die hypothesenbezogene Auswertung als geeignet angesehen werden können.

6.1.3.2 Visuelle Stimulation

In dieser Studie ergibt sich bezüglich der topographischen Verteilung des VEKPs eine klare Abgrenzung der negativen Komponenten N1, N2 und N4 gegenüber den beiden positiven Komponenten P2 und P3. Während die drei Negativitäten alle eine fronto-zentrale Dominanz aufweisen, liegen die Maxima der beiden Positivitäten im parietalen Bereich.

Ähnliche Verteilungsmuster wie in dieser Studie sind für die visuelle N1 und N2 auch von anderen Autoren berichtet worden (vgl. für die N1: Campanella et al., 2002; Vogel & Luck, 2000; für die N2: Onofrij et al., 1991). Für die N4 fanden Wesensten und Badia (1992) eine fronto-zentrale Dominanz bei der Verarbeitung von Wortstimuli. Im Rahmen der Präsentation komplexer, emotionaler Bildreize wurde wiederholt eine Komponente beschrieben, die im Zeitbereich der späten P3 (Kayser et al., 1997) liegt, bzw. an frontalen Positionen eine spätere N4-Komponente überlagert (Mc Pherson & Holcomb, 1999) und als „N3“ bzw. als „N300“ bezeichnet wird. Sie wird übereinstimmend als ein modalitätsspezifisches Korrelat der als modalitätsunabhängig betrachteten N4 angesehen und soll daher die Verarbeitung und Integration kontextuell neuer, komplexer visueller Stimuli reflektieren. Es scheint somit naheliegend, dass die in der vorliegenden Studie detektierte frontale N4-Komponente der in anderen Arbeiten beobachteten N3 entspricht bzw. eine Überlagerung beider Anteile darstellt.

Eine parietale Dominanz der P2 für emotionale Bildstimuli wurde bereits von Cuthbert et al. (2000) sowie von Pause et al. (2003) berichtet. Im Gegensatz zu der letztgenannten Studie, in der die Autoren an frontalen Elektrodenpositionen eine stärkere Amplitudenausprägung auf der linken Seite feststellten, traten in der vorliegenden Arbeit jedoch keine Seitenunterschiede auf.

Das in dieser Studie gefundene parietale Amplitudenmaximum der P3 wird trotz der Annahme multipler – vermutlich modalitätsspezifischer und –unspezifischer – Generatoren (vgl. Johnson, 1993) generell modalitätsübergreifend für diese Komponente nachgewiesen (vgl. Abschnitt 2.3.2.4.2).

Wie bereits im Rahmen der Diskussion zur Topographie der pSW im CSEKP erwähnt, wurden für diese Komponente in Paradigmen zur emotionalen Informationsverarbeitung visueller Stimuli häufig fronto-zentrale Maxima (vgl. auch Pause et al., 2003) beobachtet. Weiterhin wurden aber auch wiederholt zentro-parietale Anteile gefunden. Ebenso beschreibt Kok (2000), der diese Komponente im Rahmen von Paradigmen zur geteilten Aufmerksamkeit diskutiert, bei kognitiven Aufgaben mit visuellen Stimuli eine langanhaltende späte Positivierung an zentralen und parietalen Bereichen, die bei zunehmender Aufgabenschwierigkeit

größer wird. Somit erscheint die Annahme einer Überlagerung mehrerer - möglicherweise aufgabenabhängiger – Subkomponenten plausibel. Die zentrale Dominanz, die in dieser Studie für die pSW festgestellt wurde, könnte daher auf der Überlagerung fronto-zentraler und zentro-parietaler Prozesse beruhen. Eine andere Erklärung könnte darin liegen, dass die zentrale Dominanz durch die Reduktion frontaler oder parietaler Subkomponenten verursacht wird.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass alle im VEKP bestimmten Komponenten aufgrund der Übereinstimmung ihrer topographischen Verteilung mit Befunden anderer Autoren als geeignet für die weitere gruppen- und nahrungsspezifische Analyse betrachtet werden können.

6.2 Hypothesenbezogene Auswertung

6.2.1 Subjektive Bewertung der Stimuli

6.2.1.1 Olfaktorische Stimulation

Der Geruch schmackhafter Speisen sollte bei Personen mit einem gezügelten Ernährungsstil zu einer Störung der kognitiven Kontrolle führen, die von einer emotionalen Ambivalenz begleitet wird. Da hierbei neben dem Verlangen nach einer bestimmten Speise (*craving*) vor allem Gefühle von Schuld und Scham, sowie Kontrollverlust-Ängste eine Rolle spielen sollten (vgl. z.B. Sunday, Halmi und Pierce, 1989), wurde angenommen, dass insbesondere die essgestörten Patientinnen die Valenz des Karamelldufts negativer beurteilen als die ungezügelter Esser. Weiterhin wurde für die Intensität vorausgesagt, dass die Essgestörten für diese Dimension bei dem positiven Nahrungsduft höhere Werte angeben als die ungezügelter Frauen. Die gezügelten Esserinnen sollten bei beiden Beurteilungen eine Zwischenstellung einnehmen, wobei ihre Angaben den Essgestörten ähnlicher sein sollten als den ungezügelter Frauen. Beide Hypothesen können anhand der erhobenen Daten nicht bestätigt werden. Bei keinem der drei präsentierten Düfte „Rose“, „Karamell“ und Zwiebel“ kommt es zu signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen. Auch die deskriptive Analyse der Werte liefert keine Hinweise für die angenommenen Gruppenunterschiede.

Möglicherweise lässt sich dieses Ergebnis damit erklären, dass die Versuchsteilnehmerinnen zum Zeitpunkt der Duftbeurteilung kaum Informationen oder Annahmen bezüglich der Duftquelle hatten. Die subjektive Einschätzung der Gerüche fand zu Beginn der Untersuchung statt und wurde nicht von der Frage der Nahrungsbezogenheit begleitet. Es ist demnach vorstellbar, dass die Frauen mit einem gezügelten Ernährungsverhalten hier noch eine ähnlich unbefangene Einstellung gegenüber den Düften hatten, wie es von den ungezügelter Esserinnen-

nen angenommen werden kann. Während der Reizpräsentation im Verlaufe der EEG-Aufzeichnung hingegen sollten die Probandinnen wiederholt die Nahrungsbezogenheit der Gerüche beurteilen und könnten dabei Hypothesen über die Herkunft eines Geruchs entwickeln haben. Hierdurch könnte sich die Einstellung der gezügelten und essgestörten Frauen soweit verändert haben, dass die postulierte Ambivalenz gegenüber dem Karamellduft erst im Laufe der Untersuchung stärker geworden ist. Die Erhebung der subjektiven Bewertung der Düfte wäre daher möglicherweise zu einem späteren Zeitpunkt günstiger gewesen.

Eine andere Begründung der Ergebnisse könnte darin liegen, dass speziell für Gerüche der postulierte Einfluss eines antizipierten Kontrollverlusts auf die Valenz nicht besteht. Als eine Besonderheit bei Gerüchen ist mehrfach die Tatsache beschrieben worden (vgl. Chritchley & Rolls, 1996a; Engen, Gilmore & Mair, 1991), dass eine einmal gelernte Verknüpfung von Duft und Valenz langfristig aufrecht erhalten bleibt, selbst wenn der Duft wiederholt in einem anderen als dem gelernten Kontext wahrgenommen wird. Somit ist es vorstellbar, dass bei Personen mit einem gezügelten Essverhalten eine auf Kindheitserfahrungen basierende Verbindung eines Nahrungsgeruchs mit einer hohen Attraktivität auch dann bestehen bleibt, wenn der Duft im Jugend- und Erwachsenenalter zunehmend mit negativen Gefühlen wie Kontrollverlust-Angst oder Schuld assoziiert wird. Es lässt sich daher vermuten, dass die emotionale Ambivalenz dieser Personen gegenüber Nahrungsreizen besser anhand anderer als den hier gewählten Beurteilungsdimensionen erfasst werden kann.

In diese Richtung gehen die Befunde von Staiger, Dawe und Mc Carthy (2000). Die Autoren verglichen die subjektiven Reaktionen von Bulimikerinnen und gesunden Frauen auf die kombinierte Darbietung von Geruch und Anblick ausgewählter Speisen. Dabei wurden individualisiert jene Lebensmittel präsentiert, die von den Patienten während eines Essanfalls bevorzugt konsumiert wurden. In Reaktion auf die Nahrungsreize fanden sich ebenfalls keine Gruppenunterschiede auf der Valenz-Dimension („*pleasure*“). Allerdings gaben die Bulimikerinnen im Vergleich zur Kontrollgruppe auf den Skalen „Drang zu überessen (*urge to binge*)“ und „Arousal / Stress“ erhöhte Werte und auf den Skalen „Zuversicht, einem Essanfall zu widerstehen (*confidence to resist binge eating*)“ und „Dominanz / Kontrolle“ verringerte Werte an. Es ist bei der vorliegenden Studie daher zu erwägen, ob die Vorgabe anderer Beurteilungsskalen (wie beispielsweise des SAM-Fragebogens) geeigneter gewesen wäre, um die vermuteten Gruppenunterschiede aufzudecken.

Abschließend wird festgestellt, dass die erwarteten Gruppenunterschiede für den Karamellgeruch nicht gefunden wurden, wobei dieses Ergebnis für die Valenz zwar einerseits auf den Zeitpunkt der Datenerhebung, andererseits aber auch auf Besonderheiten des Geruchsgedächtnisses beruhen könnten.

6.2.1.2 Visuelle Stimulation

Gemäß der Annahme, dass die kognitive Kontrolle der Nahrungsaufnahme durch den Anblick appetitlicher Lebensmittel beeinträchtigt wird, sollten Personen mit einem gezügelten Essverhalten entsprechende Stimuli als bedrohlich erleben. Demnach wurde erwartet, dass essgestörte Patientinnen bei den positiven Nahrungsstimuli der Klassen „Herzhaft“ und „Süß“ geringere Valenz- und Dominanzwerte angeben als ungezügelter Frauen. Gleichzeitig sollte das Erregungsniveau der Essgestörten bei diesen Reizen gegenüber den ungezügelten Esserinnen gesteigert sein. Ausgehend von einem Kontinuum-Ansatz des gestörten Essverhaltens sollten sich die Werte der gezügelten Esserinnen zwischen denen der beiden anderen Gruppen befinden. Zusätzlich wurde postuliert, dass sie näher an den Werten der Essgestörten liegen.

Bei den Reizen der Kategorie „Süß“ wird der vorhergesagte Unterschied zwischen essgestörten und ungezügelten Frauen für die Valenzbeurteilungen signifikant. Weiterhin schätzen die Patientinnen die Bilder dieser Reizklasse tendenziell auch negativer ein als die gezügelten Esser. Eine deskriptive Betrachtung zeigt, dass der mittlere Valenzwert bei den gezügelten Esserinnen (6.8) zwar zwischen den durchschnittlichen Werten für die beiden anderen Gruppen liegt, sich jedoch wesentlich dichter an dem Mittelwert der ungezügelten Frauen (7.1) als an dem der Patientinnen (5.1) befindet. Somit wird der Kontinuum-Ansatz zwar unterstützt, nicht aber die Annahme der Ähnlichkeit der gezügelten und essgestörten Frauen. Bezogen auf das Arousal lässt sich der erwartete Effekt für die Kategorie „Süß“ nur anhand der deskriptiven Daten vermuten: Die gezügelten Esserinnen nehmen hier mit einem durchschnittlichen Wert von 5.1 wiederum eine Mittelstellung zwischen den ungezügelten und den essgestörten Frauen ein, deren Mittelwerte bei 4.4 bzw. 5.6 liegen. Auch die Einschätzung des Dominanzempfindens bei den Abbildungen süßer Speisen entspricht nur deskriptiv den Erwartungen, dass Essgestörte niedrigere Werte angeben als ungezügelter Esser. Eine Unterstützung des Kontinuum-Ansatzes lassen die Daten allerdings nicht vermuten, da die Mittelwerte der gezügelten und ungezügelten Frauen auf dem gleichen Niveau liegen.

Bei der Kategorie „Herzhaft“ lassen sich für die Valenzdimension vergleichbare Aussagen wie bei der Kategorie „Süß“ nur auf der deskriptiven Ebene treffen, so dass auch hier Hinweise für das bereits erwähnte Kontinuum vorhanden sind.

Entgegen der Grundannahme, dass Gruppenunterschiede nur bei positiven Nahrungsreizen auftreten sollten, kommt es bei den Stimuli der beiden Kontrollkategorien „Ekel“ und „Landschaft“ zu signifikanten Effekten, die im folgenden diskutiert werden sollen.

Für die Kategorie „Ekel“ ergibt sich bei dem Valenz-Rating ein signifikant höherer Mittelwert der Patientinnen (3.9) gegenüber den ungezügelten Esserinnen (3.1). Auch im Vergleich zu den gezügelten Frauen (2.9) schätzen die Patientinnen die Ekelbilder tendenziell positiver ein. Eine mögliche Erklärung dieser Befunde ergibt sich bei einer vergleichenden Gesamtbeurteilung der drei Gruppen. Hier fällt auf, dass die Valenzbeurteilungen der drei nahrungsbezogenen Stimuli bei den essgestörten Patientinnen weniger extrem ausfallen als bei den ande-

ren beiden Gruppen. Während die Patientinnen den appetitlichen Nahrungsbildern also eine geringere Valenz zuschreiben als die gezügelten und ungezügelten Esserinnen, werden die Ekelreize von ihnen positiver beurteilt. Dieses Ergebnis passt zu der Annahme, dass die Patientinnen in den appetitlichen Nahrungsreizen eine Gefahr für ihre Selbstkontrolle sehen. Die Bilder der Kategorie „Ekel“ werden möglicherweise von den Essgestörten als weniger unangenehm empfunden als von den anderen beiden Gruppen, da sie die Kontrolle nicht erschweren, sondern im Gegenteil eher erleichtern.

Ein weiteres unerwartetes Ergebnis findet sich für die Kategorie „Landschaft“: Hier liegt der mittlere Dominanz-Wert der Patientinnen (6.0) signifikant über dem durchschnittlichen Wert der ungezügelten Esserinnen (4.6) und stellt darüber hinaus über alle Gruppen und Reizkategorien hinweg den größten Mittelwert dar. Dieses Resultat kann möglicherweise dahingehend interpretiert werden, dass die Essgestörten im Kontext der Nahrungsbilder ein höheres Kontrollempfinden bei den Landschaftsbildern erleben als vor einem nicht nahrungsbezogenen Hintergrund.

Abschließend lassen sich die Ergebnisse zur subjektiven Bewertung der Bildreize wie folgt zusammenfassen: Für die Kategorie „Süß“ zeigt sich bei den essgestörten Patientinnen eine von den anderen beiden Gruppen abweichende Beurteilung der Valenz, die als Hinweis auf den Kontinuum-Ansatz gedeutet wird. Die gefundenen unerwarteten Gruppenunterschiede bei den beiden Kontrollkategorien „Landschaft“ und „Ekel“ können eventuell damit begründet werden, dass diese Reize die wahrgenommene Selbstkontrolle der Essgestörten im Gegensatz zu den positiven Nahrungsreizen nicht gefährden.

6.2.2 Analyse der objektiven Daten

6.2.2.1 CSEKP

6.2.2.1.1 Haupteffekt „Gruppe“

In der übergeordneten Varianzanalyse mit allen drei Gruppen wurde der Haupteffekt des Faktors „Gruppe“ für die Amplituden der P2 und P3 signifikant. Die gezügelten Esserinnen (P2, P3) und die essgestörten Patientinnen (P3) zeigten hier gegenüber den ungezügelten Frauen verkleinerte Amplituden.

Eine Interpretation dieses Ergebnisses im Sinne einer generell verminderten olfaktorischen Leistungsfähigkeit bei Personen, die aufgrund rigider Diäten zu Mangelernährung neigen, scheint auf den ersten Blick plausibel. Tatsächlich wurde ein Mangel an Vitamin A und / oder Zink häufig als verantwortlich für chemosensorische Defizite gesehen. Allerdings scheinen Veränderungen chemosensorischer Schwellenwerte und Intensitätseinschätzungen erst bei extremen Mangelzuständen aufzutreten (Friedman & Mattes, 1991). Studien mit essgestörten Frauen kamen zu vergleichbaren Ergebnissen: Einbußen in der olfaktorischen Identifikationsleistung oder der Detektionsschwelle für Rosengeruch (PEA) konnten nur bei extrem untergewichtigen Anorektikerinnen, nicht aber bei Essgestörten mit einem BMI von mindestens etwa 14 kg/m² (Kopala, Good, Goldner & Birmingham, 1995) bzw. einem minimalen Körpergewicht von 70 % des Idealgewichts festgestellt werden (Fedoroff, Stoner, Andersen, Doty & Rolls, 1995). Da keine der Teilnehmerinnen in der vorliegenden Arbeit einen geringeren BMI als 18.5 kg/m² aufwies, liegt hierin jedoch keine angemessene Begründung für die gefundenen Effekte.

Eine andere mögliche Erklärung für die in dieser Studie bei den essgestörten Frauen festgestellte veränderte olfaktorische Informationsverarbeitung liegt in der hohen Komorbidität, die als typisch für Essstörungen gilt (Comer, 1995; APA, 1994) und sich auch in dieser Studie bestätigte. Nach Laessle, Wurmser und Pirke (1999) erhalten rund 50 % der Bulimie-Patientinnen Zusatzdiagnosen aus dem Bereich der Angst- und der Affektiven Störungen. Auch in der vorliegenden Untersuchung wurden für fast alle Patientinnen Zusatzdiagnosen aus dem Bereich der Angststörungen gestellt. Hinweise auf voll- oder teilremittierte depressive Erkrankungen wurden bei $\frac{2}{3}$ der untersuchten Patientinnen gefunden.

In einer aktuellen Studie untersuchte die Arbeitsgruppe um Pause (Pause et al., 2003) die olfaktorische Informationsverarbeitung bei Depressiven mittels der Ableitung von CSEKPs. Dabei ergaben sich verringerte Amplituden der P2 und der P3-1 auf die Gerüche von Rose (PEA) und ranziger Butter (IBA). Die Autoren erklären diese Befunde mit einer bei depressiven Personen wiederholt nachgewiesenen veränderten Aktivität der *Amygdala* und des Orbitofrontalkortex, wobei sie die Parallelen zwischen der Verarbeitung von Gerüchen und Emo-

tionen – wie bereits in früheren Studien (vgl. Pause et al., 1996a; Pause & Krauel, 2000) – hervorheben. Die generell verringerte P3-Amplitude der essgestörten Patientinnen in der vorliegenden Arbeit könnte demnach zumindest zu einem gewissen Anteil auf ihrer erhöhten Depressivität beruhen. Auch ein Einfluss der Medikation, die bei den meisten Patientinnen aus verschiedenen Antidepressiva bestand, ist nicht auszuschließen.

Diese Begründung lässt sich jedoch nicht ohne weiteres auf die gezügelten Esserinnen übertragen, die in dieser Studie weder Anzeichen psychischer Störungen aufwiesen noch über die regelmäßige Einnahme von Psychopharmaka berichteten.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse stellt sich folgendermaßen dar: Hinsichtlich der Komponenten P2 und P3 unterscheiden sich die gezügelten Esserinnen sowie die essgestörten Patientinnen von den ungezügelten Essern durch eine reduzierte Amplitude. Obwohl dieses Ergebnis bezüglich der P2 nur für die gezügelten Esserinnen statistisch abgesichert werden konnte, lässt sich in den Befunden dennoch ein Hinweis auf eine veränderte Aktivität in geruchsverarbeitenden Hirnstrukturen bei gezügelten und essgestörten Frauen sehen. Bei letzteren können allerdings weitere Einflüsse aufgrund von Zusatzdiagnosen sowie Medikamenten nicht ausgeschlossen werden.

6.2.2.1.2 Haupteffekt „Duft“

In der übergeordneten Varianzanalyse mit allen drei Gruppen fand sich eine beim Karamellduft gegenüber den anderen beiden Düften signifikant vergrößerte P2-Amplitude. Diese Befunde sind konsistent zu den Ergebnissen von Pause et al. (2003), die eine größere P2 in Reaktion auf einen angenehmen (Rosenduft, PEA) gegenüber einem unangenehmen Geruch (Isobutylaldehyd, IBA; ranzige Butter) feststellen konnten. Nach Pause et al. (2003) reflektiert die P2 im CSEKP die Kodierung der Angenehmheit (*pleasantness*) von Gerüchen auf einer prä-attentiven Verarbeitungsstufe. In der subjektiven Bewertung erhielt der Karamellduft insgesamt die höchste Valenz, gefolgt von dem Rosenduft. Der Zwiebelgeruch wurde als deutlich negativer eingeschätzt. Diese Rangfolge findet sich auch bei der Betrachtung der mittleren P2-Amplitude in Reaktion auf die drei Düfte wieder, d.h. die P2 nahm beim Karamellduft den größten und beim Geruch von Zwiebel den geringsten Wert an. Insgesamt zeigt dieses Ergebnis deutlich, dass bereits in der frühen olfaktorischen Reizverarbeitung nicht nur physikalische Eigenschaften des Stimulus (z.B. Intensität) eine Rolle spielen, sondern der individuellen Wahrnehmung der Valenz des Duftes eine entscheidende Bedeutung zukommt.

Weiterhin wurde der Haupteffekt „Duft“ für die Amplitude der P3 in der Gesamt-ANOVA signifikant. Dabei ergab sich, dass die P3 in Reaktion auf den Rosengeruch signifikant geringer ausgeprägt war als in Reaktion auf die beiden anderen Düfte. Dieses Ergebnis weist auf die subjektive Bedeutsamkeit (vgl. Johnson, 1993) der beiden positiv und negativ mit Nahrung assoziierten Gerüche im Vergleich zu dem nicht nahrungsbezogenen Blumengeruch hin. Während der Karamellduft eine Aktivierung des „appetitiven Systems“ (*appetitive system*,

vgl. Drobos, Miller, Hillman, Bradley, Cuthbert & Lang, 2001) bewirken sollte, führt der unangenehme Zwiebelgeruch eher zu einer Vermeidungsreaktion (*aversive system*, vgl. Drobos et al., 2001). Der nicht nahrungsassoziierte Rosengeruch dagegen beinhaltet keine oder nur eine minimale motivationale Komponente. Eine Erklärung des Befundes auf der Basis von Valenz- oder Arousal-Effekten scheint hier nicht zutreffend. Zwar hatten sich sowohl für die Valenz- als auch für die Intensitätseinschätzung signifikante Unterschiede zwischen dem Karamell- und dem Zwiebelduft gezeigt, diese werden allerdings nicht in der P3-Amplitude abgebildet.

Auch für die pSW ergab sich ein relevanter Einfluss des Faktors „Duft“, der sich in der übergeordneten ANOVA zeigte. Diese Komponente erwies sich beim Zwiebelgeruch gegenüber den anderen beiden Düften als stärker ausgeprägt, wobei die erhöhte Amplitude in Reaktion auf den Zwiebelgeruch gegenüber dem Rosenduft signifikant wurde. Der aus der VEKP-Forschung (vgl. Abschnitt 2.3.3) bekannte positive Zusammenhang zwischen Arousal und pSW-Amplitude könnte auch das in dieser Studie vorliegende Ergebnis erklären. Allerdings lässt die bereits in Abschnitt 6.1.2.1 erwähnte Konfundierung von Valenz und Intensität keine eindeutige Interpretation zu. Da bei der subjektiven Einschätzung der Reize auch ein signifikanter Valenzunterschied zwischen dem Zwiebel- und dem Rosengeruch auftrat, könnte dieser auch zu dem Unterschied in der pSW-Amplitude beigetragen haben. Ein Einfluss der Valenz ist allerdings in Zusammenhang mit visuellen emotionalen (z.B. Cuthbert et al., 2000; Dolcos & Cabeza, 2002) und olfaktorischen (Pause & Krauel, 2000) Reizen häufiger bei der früheren P3-Komponente mit größeren Amplituden für positive Stimuli berichtet worden.

Für den Haupteffekt „Duft“ ergibt sich die folgende Zusammenfassung der Ergebnisse: Für die P2 fand sich auch in dieser Studie der von Pause et al. (2003) erstmalig nachgewiesene Zusammenhang der Amplitude mit der Valenz der Düfte. In der P3 hingegen scheint sich die Reizbedeutsamkeit abzubilden, wobei die Nahrungsgерüche zu höheren Amplituden führen als der nahrungsunabhängige Rosenduft. Für die Amplitude der pSW wird der aus der VEKP-Forschung zu emotionalen Reizen bekannte Einfluss des Arousals vermutet. Allerdings ist aufgrund der vorliegenden Konfundierung zwischen Intensität und Valenz ein Valenz-Effekt nicht auszuschließen.

6.2.2.1.3 Interaktion „Gruppe x Duft“

Die Hauptannahme dieser Studie, eine veränderte Verarbeitung appetitlicher Nahrungsgерüche bei essgestörten und gezügelten gegenüber gesunden Personen, lässt sich mit Hilfe der Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Duft“ überprüfen. Diese wurde bei der hypothesenspezifischen Untersuchung der beiden Gruppen „ungezügelter Esser“ und „Essgestörte“ für die Amplitude der P3 signifikant. Eine genauere Analyse der Interaktion erbrachte den vorhergesagten Unterschied für den Karamellduft, während sich die Gruppen bei den Düften von Rose und Zwiebel statistisch nicht differenzieren ließen. Somit konnte in dieser Studie

erstmalig nachgewiesen werden, dass essgestörte Patienten in Reaktion auf einen angenehmen Nahrungsduft eine verringerte P3-Amplitude zeigen.

Eine Verminderung dieser Komponente lässt sich mit einer reduzierten Aufmerksamkeit in Verbindung bringen. In zahlreichen Studien (vgl. Abschnitt 2.3.2.4) wurden verkleinerte P3-Amplituden nachgewiesen, wenn es sich bei den entsprechenden Reizen um Novels (Non-targets) handelte oder die Stimuli innerhalb eines passiven Oddball-Paradigmas dargeboten wurden. Auch bei Studien zur geteilten Aufmerksamkeit fand sich eine verringerte P3 in Reaktion auf Reize, die in dem unbeachteten Kanal präsentiert wurden.

Bei der Untersuchung der emotionalen Informationsverarbeitung mittels EKPs wurde in verschiedenen Studien mit gesunden Probanden eine verringerte P3-Amplitude überwiegend in Reaktion auf emotional negative gegenüber positiven Gerüchen und Bildreizen beschrieben (vgl. z.B. Cuthbert et al., 2000; Pause & Krauel, 2000). Es lässt sich vermuten, dass es hier zu einer Aufmerksamkeitsverminderung kommt, da durch die negativen Stimuli ein unangenehmer emotionaler Zustand hervorgerufen wird, den die Person durch kognitive Strategien bereits antizipatorisch versucht zu vermeiden.

Im Rahmen der Forschung zu Essstörungen existiert eine große Anzahl von Untersuchungen, in denen mit Hilfe verschiedener Abwandlungen des Stroop-Tests (vgl. Abschnitt 2.2.3.8) wiederholt eine selektive Aufmerksamkeit für Nahrungsworte bei essgestörten Patienten und *restrained eaters* festgestellt wurde. Dieser Befund steht nicht unbedingt im Widerspruch zu der in der vorliegenden Untersuchung nachgewiesenen Reduktion der P3-Amplitude, da sich die Methodik der Experimente deutlich voneinander unterscheidet. Neben den unterschiedlichen abhängigen Variablen (Reaktionszeit vs. EKP) sind hier besonders die verschiedenen Arten von Stimuli zu nennen. Mehrere Autoren gehen davon aus, dass Gerüche (vgl. Pause et al., 2003) oder Bilder (vgl. Diedrich et al., 1997) wesentlich stärker emotional verarbeitet werden als Wortstimuli.

Hinweise auf eine Aufmerksamkeitsabwendung von Nahrungsreizen wurden im Rahmen der Forschung zu gezügeltem und gestörtem Essverhalten bei einer Studie mit Geruchsreizen gefunden, in der die Orientierungsreaktion gezügelter und ungezügelter Esser anhand der Hautleitfähigkeit verglichen wurde. Hier zeigte sich für die *restrained eaters* in Reaktion auf appetitliche Nahrungsgerüche eine verminderte Orientierungsreaktion (Piacentini et al., 1993). Die Autoren nehmen als eine mögliche Interpretation dieses Ergebnisses die Vermeidung von Reizen an, welche die kognitive Diätgrenze bedrohen.

Eine andere Begründung für die kognitive Vermeidung von appetitlichen Nahrungsreizen könnte in der Annahme beruhen, die essgestörten Frauen empfänden bei der Wahrnehmung dieser Reize Ekel, wie es in einer Studie der Arbeitsgruppe um Hamm (Mauler, Tuschen-Caffier & Hamm, 1997) anhand der physiologischen Reaktionen von Bulimikerinnen auf visuelle Nahrungsreize (vgl. auch Abschnitt 6.2.2.2.2) postuliert wurde. Diese Schlussfolgerung legen die in der vorliegenden Untersuchung erhobenen Daten jedoch nicht nahe. In Reaktion

auf den als sehr unangenehm empfundenen Zwiebelgeruch zeigten die Patientinnen keine reduzierte P3-Amplitude, sondern wiesen im Gegenteil bei einer deskriptiven Betrachtung der Daten im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen hier die größten Potentiale auf. Darüber hinaus wurde der Zwiebelgeruch von allen drei Gruppen als wesentlich negativer eingeschätzt als die anderen beiden Düfte. Dennoch resultierte kein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen der durch den Zwiebel- und der durch den Karamellgeruch ausgelösten P3. Beide Düfte evozierten gegenüber dem Rosenduft vergrößerte Amplituden.

Somit wird die in dieser Studie verminderte P3-Amplitude der essgestörten Patientinnen in Reaktion auf den positiven Karamellgeruch als ein Korrelat einer kognitiven Vermeidung von Stimuli betrachtet, welche die Gefahr eines Kontrollverlusts beinhalten: Aufgrund der starken Beschränkungen, die gezügelte Esser sich bei der Nahrungsaufnahme auferlegen, sollte die erhöhte Attraktivität einer Speise gleichzeitig eine verstärkte Angst vor einem Kontrollverlust auslösen (vgl. Staiger et al., 2000). Diese emotionale Ambivalenz gegenüber positiven Nahrungsreizen sollte umso höher sein, je schwieriger es für eine Person ist, ihre kognitive Diätgrenze aufrechtzuerhalten und auf die „verbotenen“ Lebensmittel zu verzichten. Daher ist zu vermuten, dass Essgestörte, deren Essverhalten durch eine hohe Störanfälligkeit der kognitiv ausgeübten Kontrolle gekennzeichnet ist (vgl. Abschnitt 2.2.3.7 sowie Cooper, 1997; Palmer, 1987), diese Ambivalenz in einem extremen Maße erleben. Auch eine Untersuchung von Sunday, Halmi und Pierce (1989), in der essgestörte Patienten sowie gezügelte und ungezügelte Esser eine Reihe von Speisen hinsichtlich der Assoziation mit Schuldgefühlen und Gefahr einschätzen sollten, liefert vergleichbare Ergebnisse auf der subjektiven Ebene. Für die essgestörten Patienten waren alle genannten Lebensmittel mit Gefahr und Schuld verbunden, während dies bei den ungezügelten Essern nicht der Fall war. Gezügelte Esser sahen besonders bei Lebensmitteln mit mittlerem bis hohem Kaloriengehalt sowie bei Speisen mit hohem Fettgehalt eine starke Assoziation zu Schuldgefühlen.

Es erscheint daher naheliegend, dass zur Verhinderung eines als unangenehm erlebten Kontrollverlusts genau jene Reize vermieden werden, die aufgrund ihrer hohen Attraktivität eine Bedrohung für die subjektiv empfundene Kontrolle darstellen (Disinhibitoren). Im Rahmen der hier vorgeschlagenen Interpretation werden die Nahrungsstimuli also als appetitive und daraus folgend für Essgestörte als angstinduzierende Reize betrachtet, deren (kognitive) Vermeidung die Entstehung negativer Emotionen inhibieren oder reduzieren könnte.

6.2.2.2 VEKP

6.2.2.2.1 Haupteffekt „Bild“

Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Bildkategorien traten in der übergeordneten Varianzanalyse für jede Komponente auf. Sie sollen in diesem Abschnitt kurz beschrieben

und im Hinblick auf die ihnen möglicherweise zugrundeliegenden Mechanismen betrachtet werden.

Für die N1 und die N2 ergaben sich bei Bildern der Kategorie „Herzhaft“ die signifikant kleinsten Amplituden, die sich insbesondere deutlich von den Amplituden in Reaktion auf die süßen Bilder abhoben. Bei der zeitlich zwischen den beiden Negativitäten liegenden P2 zeigte sich, dass die Bilder der Reizklasse „Herzhaft“ die größten Amplituden auslösten, worin sich wiederum die bei diesen Bildern stärkste Positivierung zeigt.

Diese Ergebnisse weisen auf eine Sonderrolle der Kategorie „Herzhaft“ bei den frühen VEKP-Komponenten in der vorliegenden Studie hin. Dieser unerwartete Befund sollte aufgrund der sorgfältigen Auswahl des Stimulusmaterials nicht auf rein sensorischen Unterschieden zwischen den einzelnen Bildklassen – z.B. in der Erkennbarkeit, Komplexität oder farblichen Zusammensetzung – beruhen. Die Unterschiede in den Reaktionen auf die Abbildungen süßer und herzhafter Speisen belegen, dass die Unterteilung von Nahrungsstimuli bei der Analyse der zentralnervösen Informationsverarbeitung von Bedeutung ist. Bereits in der Vorstudie zur subjektiven Bewertung der Bildreize hatte die Trennung dieser beiden Kategorien eine differenziertere Betrachtung der untersuchten Gruppen ermöglicht (vgl. Tabelle 4.17).

Der bisher in einigen Studien postulierte Zusammenhang der N1-Amplitude mit der Valenz der Reize liefert keine Erklärung für das gefundene Resultat. In den Studien von Pizzagalli et al. (1999) sowie Keil et al. (2002) lösten Bilder positiver Valenz höhere N1-Amplituden aus als Bilder neutraler oder negativer Valenz. Dieser Befund steht im Widerspruch zur signifikant verringerten Amplitude der N1 bei der Kategorie „Herzhaft“ gegenüber der Kategorie „Ekel“ in der vorliegenden Untersuchung. Zudem lässt sich anhand der oben genannten Studien nicht begründen, warum die Bilder der Kategorie „Süß“ signifikant größere N1-Amplituden hervorriefen als die Bilder der Kategorie „Herzhaft“, die in der subjektiven Beurteilung als gleichwertig positiv eingeschätzt wurden. Auch wurden in bisherigen Studien mit emotionalem Bildmaterial hinsichtlich der subjektiven Kategorisierung der Stimuli auf der Verarbeitungsstufe der N1 außer dem Einfluss der Valenz keine weiteren Faktoren (wie z.B. Reizbedeutsamkeit, Arousal, etc.) gefunden, die eine Erhöhung der Amplitude im Sinne einer verstärkten Aufmerksamkeitszuwendung erklären würden.

Hinsichtlich der N2 konnte die signifikant längste Latenz in Reaktion auf die Landschaftsaufnahmen gegenüber den drei anderen Bildkategorien nachgewiesen werden. Die Latenz bei der Reizkategorie „Ekel“ war darüber hinaus noch signifikant länger als bei den Abbildungen herzhafter Speisen. Die für die Kategorie „Süß“ resultierende Latenz lag im Bereich zwischen den Werten für „Ekel“ und „Herzhaft“. Campanella et al. (2002) fanden für die N2 unabhängig von physikalischen Reizeigenschaften einen Zusammenhang der Latenz mit der Detektion von biologisch bedeutsamen bzw. verhaltensrelevanten Reizen und der willentlichen Aufmerksamkeitszuwendung auf diese Stimuli. Somit lässt sich die bei den motivational bedeut-

samen Nahrungsbildern schnellere Verarbeitung gegenüber den Landschaftsaufnahmen erklären.

Die P3 reflektiert nach Ansicht vieler Autoren unter anderem die subjektive Reizbedeutsamkeit (vgl. Abschnitt 2.3.2.4.2). Ein Zusammenhang zwischen der Amplitude der P3 und der motivationalen Bedeutsamkeit wird in dieser Studie zwar vermutet, konnte aber nicht vollständig bestätigt werden. Für die motivational relevante Reizklasse „Herzhaft“ ergaben sich signifikant größere Amplituden als für die Kategorien „Ekel“ und „Landschaft“. Allerdings konnte eine signifikant erhöhte Amplitude in Reaktion auf die süßen Bilder gegenüber den beiden Kontrollkategorien nicht nachgewiesen werden.

Ein genereller Valenz- oder Arousal-Effekt, wie er häufig in Studien mit affektivem Bildmaterial für die Amplitude der P3 gefunden wurde (vgl. Abschnitt 2.3.3), trägt in der vorliegenden Studie nicht zur Erklärung des Ergebnisses bei. In diesem Fall wäre die größte P3-Amplitude für die Bilder der Reizklasse „Landschaft“ zu erwarten gewesen, da diese sowohl bei der Einschätzung der Valenz als auch des Arousals signifikant höhere Werte erhalten hatten als die Bilder der beiden Nahrungskategorien.

Die Amplitude der N4 war in Reaktion auf die Stimuli der Bildklasse „Ekel“ am stärksten ausgeprägt, wodurch auch in dieser Studie ihre Interpretation als „Inkongruenz-Detektor“ angemessen erscheint (vgl. Abschnitt 2.3.2.5). Ausgehend von der Valenz der einzelnen Bildklassen lässt sich der affektive Kontext des Versuchs als überwiegend positiv beschreiben: Bei drei der vier Bildklassen fiel die mittlere subjektive Beurteilung der Valenz in das obere Drittel der SAM-Skala und unterschied sich damit signifikant von dem mittleren Valenz-Rating für die Klasse „Ekel“. Letzteres lag dagegen nur knapp über dem unteren Drittel des Wertebereichs, so dass diese Bildkategorie innerhalb des affektiven Gesamtkontextes aus „inkongruenten“ Stimuli bestand (vgl. auch Mini et al., 1996).

Für die Amplitude der pSW ergab sich bei den Reizklassen „Landschaft“ bzw. „Ekel“ der signifikant größte bzw. kleinste Wert. Die Amplituden in Reaktion auf die beiden Nahrungskategorien lagen dazwischen und unterschieden sich statistisch bedeutsam von den Kontrollreizen. Dieses Resultat stimmt exakt mit dem Ergebnis der subjektiven Valenzbeurteilung überein, so dass hier ein Valenz-Effekt angenommen wird. Darüber hinaus ist ein Einfluss des Arousals auf die Amplitude der pSW, wie er in mehreren Studien beschrieben wurde (vgl. Abschnitt 2.3.3), ebenfalls denkbar. Allerdings konnte hier nur ein signifikanter Unterschied zwischen der Kategorie „Landschaft“ gegenüber den anderen drei Bildklassen nachgewiesen werden.

Für die Latenz der pSW lässt sich dagegen kein Einfluss der Valenz bestätigen, wie er beispielsweise von Cuthbert et al, 2000 & Schupp et al., 2000 angenommen wurde. Da in dieser Untersuchung für die beiden Nahrungskategorien signifikant kürzere Latenzen als für die beiden Kontroll-Kategorien auftraten, wird hier vielmehr ein Einfluss der Reizbedeutsamkeit erkennbar.

Für den Haupteffekt „Bild“ ergibt sich die folgende Zusammenfassung der Ergebnisse: In den frühen VEKP-Komponenten N1, P2 und N2 zeigt sich eine Sonderrolle der Bildkategorie „Herzhaft“, die sich durch eine stärkere Positivierung des Potentials bei dieser gegenüber den anderen drei Reizklassen auszeichnet. Bei der Amplitude der P3 sowie den Latenzen der N2 und pSW wird ein Einfluss der motivationalen Reizbedeutsamkeit angenommen. Bei der Amplitude der pSW hingegen scheint ein Effekt der Valenz vorzuliegen, wobei ein Zusammenhang mit dem Arousal ebenfalls eine Rolle spielen könnte. Für die Amplitude der N4 ließ sich der bereits in einer Reihe von Studien nachgewiesene Einfluss der Inkongruenz eines Reizes zum Situationskontext nachweisen.

6.2.2.2.2 Interaktion „Gruppe x Bild“

Die für die Hauptfragestellung der Untersuchung entscheidende Interaktion zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Bild“ wird in der übergeordneten Gesamt-ANOVA sowie in den gruppenspezifischen Varianzanalysen überwiegend in Kombination mit einem oder beiden Positionsfaktoren signifikant. Dabei resultieren allerdings nur in einigen Fällen signifikante Gruppenunterschiede, nachdem alle anderen Faktoren in ihre Einzelstufen aufgespalten wurden. Nachfolgend sollen die bildspezifischen Gruppenunterschiede getrennt für die Kontrollkategorien („Landschaft“ und „Ekel“) auf der einen sowie für die Nahrungskategorien („Herzhaft“ und „Süß“) auf der anderen Seite diskutiert werden. Der Übersichtlichkeit halber werden hier zu jeder Komponente alle Ergebnisse gemeinsam betrachtet, wobei jeweils angegeben wird, ob sie in einer der gruppenspezifischen Varianzanalysen oder darüber hinaus in der übergeordneten ANOVA auftraten.

Gruppenunterschiede für die Kontroll-Kategorien „Ekel“ und „Landschaft“

Für die Bildkategorie „Ekel“ fanden sich bezüglich der Amplitude der N4 statistisch bedeutsame Gruppenunterschiede: In der Gesamt-ANOVA ergab sich an der zentralen Elektrodenposition bei den Patientinnen eine geringer ausgeprägte N4-Amplitude als bei den ungezügelten Esserinnen. Ein vergleichbares Resultat kommt in der gruppenspezifischen ANOVA mit den ungezügelten und den essgestörten Frauen für die Bereiche „Anterior“, „Links“ und „Mitte“ hinzu.

Ein weiteres Ergebnis der gruppenspezifischen ANOVA mit den beiden Extremgruppen besteht in der signifikant verringerten N4-Amplitude der Patientinnen gegenüber den ungezügelten Esserinnen bei der Bildkategorie „Landschaft“ (links und anterior). Auch bezüglich der Latenz dieser Komponente ergaben sich sowohl gruppenspezifisch als auch in der Gesamt-ANOVA signifikante Unterschiede zwischen den Essgestörten und den anderen beiden Gruppen. Die Patientinnen wiesen stets kürzere N4-Latenzen bei den Landschaftsbildern auf als die gezügelten und ungezügelten Frauen.

Betrachtet man den Befund hinsichtlich der Kategorie „Ekel“ separat, so stimmt dieser noch mit der in Abschnitt 6.2.2.2.1 genannten Interpretation der Komponente als Korrelat der Wahrnehmung valenzbezogener Inkongruenz überein. Bei der subjektiven Valenzbeurteilung der Bildklasse „Ekel“ fällt auf, dass die essgestörten Patientinnen diese Reize als weniger unangenehm beurteilen als die anderen beiden Gruppen. Die Stimuli der anderen drei Kategorien werden dagegen von den Patientinnen als weniger positiv bewertet. Somit ließe sich für die Essgestörten postulieren, dass die Reize der Kategorie „Ekel“ für sie eine geringere Abweichung vom affektiven Gesamtkontext darstellen als für die Gruppen der gezügelten und ungezügelten Esserinnen und demzufolge ihre N4-Amplitude in Reaktion auf diese Bildklasse eine geringere Ausprägung aufweist. Allerdings kommt als weitere Auffälligkeit der Patientinnen die reduzierte N4-Amplitude bei den Landschaftsbildern hinzu, durch welche die oben genannte funktionelle Bedeutung der N4 für die Essgestörten in Frage gestellt wird.

Für die Latenz der pSW findet sich auf der linken Seite für die Kategorie „Landschaft“ ebenso wie bei der bereits behandelten N4 eine Latenzverkürzung der essgestörten gegenüber den ungezügelten und gezügelten Frauen. Dieser Effekt spricht dafür, dass der beim Haupteffekt „Bild“ angenommene Zusammenhang der pSW-Latenz mit der Reizbedeutsamkeit, die für die positiven Nahrungsreize als höher angesehen wird als für die Kontrollreize, auf die Patientinnen ebenfalls in dieser Form nicht zu übertragen ist.

In Hinblick auf die Reizklasse „Landschaft“ kommt es weiterhin bei der Amplitude der N1 in der gruppenspezifischen Varianzanalyse mit den beiden Extremgruppen der ungezügelten und essgestörten Probandinnen zu einem signifikanten Gruppenunterschied. Dabei wiesen die Patientinnen auf der rechten Seite im posterioren Elektrodenfeld eine kleinere Amplitude gegenüber den ungezügelten Esserinnen auf.

Interpretiert man die visuelle N1 nach Vogel und Luck (2000) als „Korrelat eines kontrollierten Diskriminationsprozesses“ (vgl. Abschnitt 2.3.2.1), so spricht die verminderte N1-Amplitude der Patientinnen in Reaktion auf die Kategorie „Landschaft“ dafür, dass sie dieser Reizklasse weniger Aufmerksamkeit zuwenden als die ungezügelten Frauen. Für letztere stellt sich der Kontext der Studie möglicherweise in einem anderen Licht dar: Während die Einordnung der herzhaften und süßen Bilder in die Kategorie „Nahrung“ vermutlich als weniger komplexe Aufgabe angesehen werden kann, scheinen die Bilder der Kategorie „Landschaft“ für die ungezügelten Esserinnen deutlich schwieriger kategorisierbar zu sein. Sie erfordern daher eine erhöhte Aufmerksamkeit, die durch eine größere N1-Amplitude reflektiert wird. Für die Patientinnen hingegen ist zu vermuten, dass die Landschaftsbilder vor dem Hintergrund der zahlenmäßig überrepräsentierten und für sie bedrohlichen Nahrungsstimuli eine Möglichkeit der Entspannung darstellen, da sie bei diesen Reizen keinen Kontrollverlust befürchten müssen. Aus diesem Grund resultiert bei ihnen eine gegenüber den ungezügelten Esserinnen verminderte Aufmerksamkeit und damit eine kleinere N1. Dieses Ergebnis steht in Zusammenhang mit der subjektiven Einschätzung der Dominanz der Reize. Hier unterschied-

den sich die Patientinnen ebenfalls von den anderen beiden Gruppen, da sie für die Bilder der Kategorie „Landschaft“ ein erhöhtes Dominanzempfinden angaben.

Abschließend kann zusammengefasst werden, dass die für die Präsentation der beiden Kontrollkategorien „Ekel“ und „Landschaft“ festgestellten Gruppenunterschiede vor dem Hintergrund der vorliegenden Studie nicht erwartet waren und auf Besonderheiten der essgestörten Patienten bei der zentralnervösen Informationsverarbeitung zurückgeführt werden. Eine weitere Interpretation der Abweichungen bei den Patienten lässt das gewählte Versuchs-Design dieser Studie nicht zu. Es bleibt in weiteren Forschungsarbeiten zu klären, ob Essgestörte sich nicht nur hinsichtlich der Wahrnehmung und Verarbeitung spezifischer Reize (z.B. bezogen auf Nahrung, Körper, Figur), sondern in ihrer generellen Interpretation von Reizen, Situationen und Erlebnissen von gesunden Personen unterscheiden. Eine Studie von Cooper (1997), in der mehrdeutige Situationen spontan interpretiert und vorgegebene mögliche Interpretationen bezüglich ihrer subjektiven Wahrscheinlichkeit beurteilt werden sollten, weisen auf eine Verzerrung von Ursachenzuschreibungen bei (anorektischen und bulimischen) essgestörten Frauen hin. Auch andere Autoren haben übereinstimmend auf die für Essgestörte typischen dysfunktionalen Denkstile und Kognitionen hingewiesen (vgl. z.B. Anderson & Maloney, 2001; Comer, 1995; Fairburn, 1997; Laessle, 1993).

Gruppenunterschiede für die Nahrungskategorien „Herzhaft“ und „Süß“

Während sich für die Kategorie „Herzhaft“ in keiner der durchgeführten Varianzanalysen signifikante Gruppenunterschiede nachweisen ließen, zeigten sich in der gruppenspezifischen ANOVA mit den beiden Extremgruppen für die Kategorie „Süß“ sowohl in der frühen als auch in der späten Reizverarbeitung Besonderheiten der essgestörten Patientinnen gegenüber den ungezügelten Frauen.

Bei den frühen Komponenten ergibt sich für die N1 in Reaktion auf die Reizklasse „Süß“ im rechten, posterioren Elektrodenpool eine erhöhte Amplitude der Patientinnen gegenüber den ungezügelten Esserinnen. Wie im vorhergehenden Abschnitt bereits erwähnt, reagierten die Essgestörten dagegen auf die Kategorie „Landschaft“ mit einer im selben Elektrodenfeld verminderten N1-Amplitude.

Zieht man zur Erklärung dieses Befundes wiederum den oben bereits postulierten Zusammenhang der N1-Amplitude mit dem individuellen Gefühl von Kontrolle heran, so muss auch für die Bildkategorie „Süß“ die subjektive Einschätzung der Dominanz getrennt für die drei Gruppen betrachtet werden. Hierbei fällt auf, dass die Essgestörten bei dieser Bildklasse trotz fehlender Signifikanz einen im Mittel deutlich niedrigeren Wert angaben als die ungezügelten und gezügelten Frauen (4.36 vs. 5.53 und 5.55). Die Unterschiede in der N1-Amplitude zwischen den ungezügelten und den essgestörten Frauen in Reaktion auf die beiden Reizkategorien „Landschaft“ und „Süß“ sind demnach konsistent mit der Interpretation der N1 als Kor-

relat einer Zuwendung von kontrollierter Aufmerksamkeit auf Reize, welche die Gefahr eines Kontrollverlusts beinhalten.

Weitere Auffälligkeiten der Patientinnen beziehen sich auf die Komponenten P2 und pSW, bei denen sie im Gegensatz zu den ungezügelt Esserinnen signifikant längere Latenzen bei der Bildklasse „Süß“ zeigten. Für die P2 wurde dieses Ergebnis im zentralen Elektrodenfeld auf der rechten Seite statistisch bedeutsam, wohingegen es für die pSW auf der linken Seite Signifikanz erreichte.

Beide Effekte spiegeln eine verzögerte Verarbeitung positiver nahrungsrelevanter Reize bei den Essgestörten wider. Hierin lässt sich eine Wahrnehmungsabwehr bzw. eine willentliche Aufmerksamkeitsabwendung sehen. Die pSW wird von vielen Autoren übereinstimmend als Korrelat einer tieferehenden Verarbeitung motivational bedeutsamer Reize betrachtet, wobei Hinweise dafür bestehen, dass positive Reize zu einer früheren Positivierung (mit Beginn im Latenzbereich der P2, vgl. Abschnitt 2.3.3) führen als negative oder neutrale. Unter diesem Gesichtspunkt lassen sich die Befunde zur pSW-Latenz der Patientinnen sowohl in Reaktion auf die Bildklasse „Süß“ als auch auf die Kategorie „Landschaft“ interpretieren: Dabei führen die Reize der Kategorie „Landschaft“, die mit einer hohen positiven Valenz und einem erhöhten Kontrollempfinden verbunden sind, zu einer früh einsetzenden und lang anhaltenden aufmerksamen Verarbeitung. Bei der Bildkategorie „Süß“ hingegen, die zu einer emotional unangenehmen Antizipation eines Kontrollverlust führt, wird die tieferehende Verarbeitung so weit wie möglich unterbunden. Da sich hier allerdings nur Latenz- und keine Amplitudeneffekte nachweisen lassen, scheint diese Aufmerksamkeitsabwehr nur in einer Verzögerung der Verarbeitung, nicht aber in einer verminderten Enkodierung zu bestehen.

Bei einer Gesamtbetrachtung dieser nahrungsspezifischen Ergebnisse entsteht somit das folgende Bild: In einem ersten Verarbeitungsschritt identifizieren die essgestörten Patientinnen die Bilder der Kategorie „Süß“ als Hinweisreize für einen potentiellen Kontrollverlust (Disinhibitoren) und wenden ihnen damit im Rahmen einer „Alarmreaktion“ eine erhöhte Aufmerksamkeit zu, die durch die N1-Amplitude reflektiert wird. Im Verlauf der weiteren Informationsverarbeitung werden anschließend von den essgestörten Patientinnen kognitive Ressourcen mobilisiert, um die emotional ambivalenten Disinhibitoren so weit wie möglich zu ignorieren. Die Aufmerksamkeitsabwendung kommt bereits in dem verzögerten Auftreten der P2 zum Ausdruck, wird aber insbesondere auch bei der späten pSW deutlich.

Bezüglich des Befundes zur N1 bestehen zwar teilweise Verbindungen zu anderen Arbeiten (vgl. Keil et al., 2002; Schupp et al., 2004), allerdings wurde bisher kein direkter Zusammenhang der N1-Amplitude mit einer Detektion individuell gefährlicher Reize postuliert. In der Studie von Keil et al. ergab sich ein Zusammenhang der N1-Amplitude mit der Valenz der Reize, wobei die größten Amplituden für positive Bildstimuli resultierten. In der Untersuchung von Schupp und Mitarbeitern fanden die Autoren für affektive Bilder zwar ebenfalls eine frühe posteriore Negativität, allerdings stimmt der angegebene Zeitbereich von 280 bis

320 ms eher mit der in dieser Arbeit detektierten N2 überein. Dennoch ist eine frühe prä-attentive Verarbeitung emotional bedrohlicher Stimuli auf der Ebene der N1 vorstellbar. Eine Studie der Arbeitsgruppe um Hamm und Öhman (Globisch, Hamm, Esteves & Öhman, 1999) belegt beispielsweise, dass eine Modulation der Startle-Reaktion bei visuellen Reizen bereits mit einer Präsentationsdauer von 150 ms (entspricht etwa der Latenz der N1) möglich ist. Die Autoren untersuchten die Reaktionen von phobischen Personen und fanden bei phobiespezifischen Stimuli (Schlangen, Spinnen) eine im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöhte Startle-Reaktion, unabhängig davon, ob die Reize für 150 ms oder 6 s dargeboten wurden.

Auf der Stufe der P2 fanden Plihal, Haenschel, Hachl, Born und Pietrowsky (2001) ebenfalls einen Einfluss des motivationalen Zustands auf die Amplitude der Komponente in Reaktion auf Nahrungsstimuli. Sie präsentierten hungrigen und gesättigten Personen tachioskopisch Worte mit sexuellem, nahrungsbezogenem oder neutralen Inhalt. Bei allen Präsentationen vor und während der Identifikation eines Nahrungswortes war die P2-Amplitude der deprivierten Personen größer als die der gesättigten. Die Autoren sehen hierin einen Beleg dafür, dass sogar bei unvollständiger Reizidentifikation bereits in dieser frühen Verarbeitungsphase der motivationalen Reizbedeutsamkeit eine entscheidende Bedeutung zukommt. Die Interpretation der bei den essgestörten Patientinnen dieser Studie verzögerten P2-Latenz als Ablehnung motivational bedeutsamer Reize, die gleichzeitig die Gefahr eines Kontrollverlustes implizieren, steht mit der oben aufgeführten Sichtweise in Einklang.

Insgesamt sind die im Rahmen der visuellen Stimuluspräsentation gewonnenen Ergebnisse konsistent mit Befunden anderer Arbeitsgruppen, die neben der subjektiven Bewertung von affektivem und nahrungsbezogenem Bildmaterial auch psychophysiologische Maße in Reaktion auf die verschiedenen Bildklassen untersucht haben. Beispielsweise kommen auch Mauler, Tuschen-Caffier und Hamm (1997) zu dem Ergebnis, dass appetitliche Nahrungsstimuli für Bulimikerinnen aversive Reize darstellen. Die Autoren boten ihren Probandinnen (Bulimikerinnen und gesunden ungezügelter Frauen) neben neutralen sowie positiven und negativen IAPS-Bildern auch visuelle Nahrungsstimuli dar und untersuchten die Ausprägung der Schreckreaktion (*startle response*). Die Autoren stellten fest, dass die essgestörten Patientinnen in Reaktion auf die IAPS-Bilder eine vergleichbare Startle-Reaktion aufwiesen wie die gesunden Kontrollpersonen. Dabei traten die höchsten Amplituden während der Präsentation negativer Bilder auf, wohingegen die Betrachtung positiver Bilder zu reduzierten Werten führte. Im Gegensatz zu den gesunden Frauen allerdings, bei denen sich zwischen den positiven und den Nahrungsstimuli keine Unterschiede ergaben, lag bei den Patientinnen die Startle-Amplitude für Nahrungsbilder signifikant höher als bei positiven Stimuli und erreichte z. T. fast die Stärke, die bei den unangenehmen Bildern registriert wurde. Gleichzeitig fanden die Autoren außerdem, dass Arousal und Interesse für Nahrungsbilder bei den gesunden Frauen nach einer Nahrungsaufnahme stark abfielen, während dies bei den Bulimikerinnen nicht der Fall war. Diese Ergebnisse lassen sich ebenfalls im Sinne einer bei Personen mit bulimischem Essverhalten angenommenen emotionalen bzw. motivationalen Ambivalenz ge-

genüber Nahrungsreizen interpretieren. In einer ähnlichen Studie der Arbeitsgruppe um Lang (Drobes et al., 2001) konnte diese Ambivalenz noch deutlicher demonstriert werden. Während die Erhöhung der Startle-Reaktion bei Nahrungsbildern im Vergleich zu nicht nahrungsassoziierten positiven Bildern bei diesen Personen auf einen negativen affektiven Zustand hinweist, deuten die subjektiven Reizbewertungen auf eine hohe Attraktivität der Nahrungsreize hin. Die Autoren beschreiben diesen Zustand als „*frustrative nonreward*“ (vgl. auch Lang et al., 1997) und sehen in ihren Daten einen deutlichen Beleg für die simultane Aktivierung des appetitiven und des aversiven Motivationssystems. Gleichzeitig konnten Drobes und Mitarbeiter in dieser Studie erneut die starken Parallelen aufzeigen, die zwischen Personen mit bulimischem Essverhalten und nahrungsdeprivierten Individuen bestehen.

Abschließend lassen sich diese Ergebnisse mit einem Zitat von Lang et al. (1997) zusammenfassen: „*This result suggests, on the one hand that affective dispositions take time to develop; on the other hand, it indicates that some motivational relevant information is indeed, processed in an eyeblink.*“ (Lang et al., 1997, p. 116)

6.3 Gesamtinterpretation und Ausblick

6.3.1 Abschließende Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand in dem Nachweis von Unterschieden in der Verarbeitung nahrungsrelevanter Stimuli bei gesunden, ungezügelter Essern und essgestörten Patienten. Dabei wurden sowohl subjektive als auch objektive Daten in Reaktion auf olfaktorische und visuelle Reize erhoben. Zusätzlich wurden gezügelte Esser untersucht, um festzustellen, ob sich bezüglich der Störung des Essverhaltens ein Kontinuum annehmen lässt, auf dem diese drei Gruppen angeordnet werden können.

Bei der Verarbeitung olfaktorischer Reize fanden sich auf der subjektiven Seite keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Bei der Analyse der CSEKPs hingegen konnte ein hypothesenkonformes Ergebnis nachgewiesen werden: Hier reagierten die essgestörten Patientinnen mit einer verminderten P3-Amplitude auf einen positiv mit Nahrung assoziierten Duft, während sie sich bei den beiden Kontrollreizen nicht von den ungezügelter Essern unterschieden. Dieses Ergebnis entspricht exakt der aufgestellten Hypothese einer veränderten kognitiven Verarbeitung angenehmer Nahrungsreize bei Personen mit einem bulimischen Essverhalten. Interpretiert wird dieses Resultat als ein erfolgreicher Versuch der Aufmerksamkeitsabwendung von einem mit der Gefahr eines Kontrollverlusts verbundenen Stimulus.

Die Präsentation von Bildreizen führte zu einer umfangreicheren, allerdings auch teilweise unerwarteten Befundlage: Sowohl für die subjektiven (SAM-Fragebogen) als auch die objektiven Daten (VEKP) resultierten Unterschiede zwischen essgestörten und ungezügelter Frauen. Diese ergaben sich allerdings nicht nur bei den nahrungsspezifischen Reizkategorien, sondern umschlossen auch die Reize der beiden Kontrollkategorien. Ein wesentliches Ergebnis bezieht sich dabei auf die Bildklasse „Süß“: Hier verhielten sich die Patientinnen bei allen signifikant gewordenen EKP-Parametern (Amplitude der N1, Latenz der P2 und pSW) umgekehrt zu den ungezügelter Essern. Auch dieses Ergebnis lässt sich im Sinne einer Aufmerksamkeitsabwendung von Reizen ansehen, welche die Selbstkontrolle bedrohen. Dabei kommt es in einem sehr frühen Verarbeitungsschritt (N1) zu einer Aufmerksamkeitshinwendung auf die bedrohlichen Nahrungsreize und erst in einem zweiten Schritt zur Einleitung kognitiver Vermeidungsstrategien, die eine tiefere, attentive Verarbeitung der Stimuli verzögern (P2, pSW). Die Ergebnisse der subjektiven Reizbewertung vervollständigen dieses Bild, da die essgestörten Frauen bei der nahrungsrelevanten Reizklasse „Süß“ eine niedrigere Valenz und Dominanz angeben als die ungezügelter Esserinnen.

Insgesamt deuten die Ergebnisse zur visuellen Reizverarbeitung allerdings auch daraufhin, dass Personen mit einem bulimischen Essverhalten nicht nur positive nahrungsbezogene Reize anders wahrnehmen und verarbeiten als gesunde Personen ohne ein gezügeltes oder problematisches Essverhalten. Vielmehr zeigten sich in dieser Studie für Essgestörte auch abwei-

chende Reaktionen auf nahrungsbezogene Ekel-Reize und auf nahrungsirrelevante Landschaftsbilder.

Die in dieser Studie aufgestellte Zusatzannahme, dass Gruppenunterschiede bei der Präsentation olfaktorischer Reize deutlicher hervortreten sollten als bei visuellen Stimuli, wird durch die vorliegenden Befunde nicht gestützt. Dies kann damit begründet werden, dass die Zusatzannahme vor allem darauf basierte, dass Gerüchen bei der Bildung des Aromaeindrucks einer Speise eine entscheidende Bedeutung zukommt. Da aufgrund der Ergebnisse dieser Studie jedoch davon ausgegangen werden muss, dass essgestörte Patientinnen über nahrungsspezifische Besonderheiten hinaus eine generell veränderte Wahrnehmung und Verarbeitung von Reizen zeigen, verliert der genannte Vorteil der olfaktorischen Stimulation an Bedeutung.

Sowohl für die olfaktorische als auch für die visuelle Darbietung ließen sich Gruppenunterschiede in späten EKP-Komponenten nachweisen, wodurch die These gestützt wird, dass die Auffälligkeiten der essgestörten Frauen auf gelernten, kognitiven Aspekten der Informationsverarbeitung beruhen. Da bei visuellen Reizen allerdings auch Unterschiede in frühen EKP-Komponenten auftraten, muss der Beitrag genetisch bedingter Prädispositionen – beispielsweise für charakteristische Persönlichkeitsmerkmale oder dysfunktionale Denkmuster – ebenfalls berücksichtigt werden.

Das in dieser Arbeit postulierte Kontinuum zwischen ungezügelten, gezügelten und essgestörten Personen kann durch die vorliegenden Ergebnisse nur teilweise unterstützt werden. Darüber hinaus liegen die Werte der gezügelten Esser nur vereinzelt dichter an denen der Essgestörten als an denen der ungezügelten Esser. Somit ist zwar die Annahme, dass ein gezügeltes Essverhalten in einem engen Zusammenhang mit der Entstehung und Aufrechterhaltung einer Essstörung steht, nicht widerlegt. Gleichzeitig spricht das Ergebnis aber auch für die bereits von verschiedenen Autoren (vgl. z.B. Laessle et al., 1989, Palmer, 1987; Polivy & Herman, 1987) vertretene Theorie, dass sich ein voll ausgeprägtes Bild einer Essstörung erst im Rahmen des Zusammentreffens mehrerer (genetischer und umweltbedingter) Faktoren entwickelt.

6.3.2 Ausblick

Basierend auf der Interpretation der Ergebnisse kann festgehalten werden, dass die vorliegende Studie einen ersten Beitrag zum Verständnis der an der Verarbeitung nahrungsrelevanter Reize beteiligten zentralnervösen Prozesse bei essgestörten Patienten liefern konnte.

Ein Vergleich der olfaktorischen und der visuellen Reizverarbeitung liefert Hinweise darauf, dass ein gezügeltes oder bulimisches Essverhalten sowohl modalitätsspezifische als auch -unspezifische Effekte haben könnte. So wird eine kognitive Vermeidung von Reizen, die eine Bedrohung der Selbstkontrolle darstellen, modalitätsübergreifend angenommen. Modalitätsspezifische Gruppenunterschiede könnten dagegen möglicherweise in der P2 sichtbar werden. So scheint die vermutlich motivational unabhängige Valenzkodierung von Gerüchen,

die in der olfaktorischen P2 reflektiert wird, bei gezügelten Essern und Essgestörten verändert zu sein. Gleichzeitig unterscheiden sich ungezügelte und essgestörte Frauen auch bezüglich der visuellen P2, die bereits motivationale Aspekte der Reizbedeutsamkeit widerspiegeln sollte. Da zur funktionellen Bedeutung der P2 in unterschiedlichen Modalitäten bislang allerdings kaum Ergebnisse vorliegen, ist hier zunächst eine weitere Grundlagenforschung notwendig, bevor personenspezifische Besonderheiten näher spezifiziert werden können.

Um zu klären, ob die postulierte kognitive Vermeidung von Disinhibitoren ein generelles Phänomen darstellt, sollten weitere Personengruppen, die beispielsweise zu suchtartigem Verhalten neigen oder unter Störungen der Impulskontrolle leiden (z.B. pathologisches Spielen), untersucht werden. Es könnte z.B. überprüft werden, ob bei Menschen, die versuchen, ihr übermäßiges Spiel- bzw. Wettverhalten unter Kontrolle zu halten, in Reaktion auf entsprechende Disinhibitoren ebenfalls eine veränderte EKP-Aktivität vorliegt.

Im Rahmen der Therapie von Essstörungen könnte die veränderte zentralnervöse Reaktion auf olfaktorische und visuelle Nahrungsreize Hinweise auf den Therapieerfolg bzw. das Rückfallrisiko liefern. Hierzu wäre zum einen zu erforschen, ob sich die beobachteten Auffälligkeiten im Verlaufe der Therapie verringern. Da in der vorliegenden Studie nur Frauen untersucht wurden, die sich nicht mehr in der Akutphase der Erkrankung befanden, kann vermutet werden, dass sich die störungsspezifischen Besonderheiten zu Beginn einer therapeutischen Intervention noch wesentlich deutlicher in der EKP-Antwort auf Nahrungsreize widerspiegeln. Weiterhin ist zu klären, ob sich nach dem Abschluss einer als erfolgreich angesehenen Therapie Personen identifizieren lassen, bei denen eine Normalisierung der EKP-Reaktion auf störungsspezifische Stimuli nicht stattgefunden hat und bei denen daher ein erhöhtes Rückfallrisiko zu erwarten wäre. Zum anderen könnte die Beantwortung der Frage, ob die gefundenen Auffälligkeiten in einem Zusammenhang mit der Dauer der Erkrankung stehen, zum besseren Verständnis der Aufrechterhaltung von Essstörungen beitragen.

Auch die unerwarteten Gruppenunterschiede, die in Reaktion auf die Kontrollreize auftraten, geben Anlass zu weiteren Studien: Zum einen sollte geklärt werden, ob hierin tatsächlich die vermutete generell abweichende Reizwahrnehmung und -verarbeitung zum Ausdruck kommt. Zum anderen ist zu untersuchen, ob diese aufgrund von erblichen Faktoren oder aufgrund einer Generalisierung von Lernerfahrungen entsteht. Dabei ist besonders die Bedeutung des orbitofrontalen Kortex und der *Amygdala* hervorzuheben, da diese Hirnstrukturen maßgeblich an der Verknüpfung von Reizen mit angenehmen und unangenehmen motivationalen Zuständen wie Hunger, Sättigung und Angst beteiligt sind.

Zur Absicherung und Erweiterung der gewonnenen Erkenntnisse wäre eine Überprüfung der angenommenen Mechanismen mittels bildgebender Verfahren wünschenswert. Diese sollten Hinweise liefern, die von Nutzen für die Therapie dieser schwerwiegenden und komplexen Erkrankungen sein könnten.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Studie war die Untersuchung eines Zusammenhangs zwischen dem Ernährungsstil und der Verarbeitung von Nahrungsreizen. Dabei wurden Unterschiede von Patienten mit einem bulimischen Essverhalten gegenüber gesunden ungezügelten Essern erwartet. Basierend auf dem Konzept des „*restrained eating*“ wurden weiterhin Ähnlichkeiten von Essgestörten und gezügelten Essern in Reaktion auf Nahrungsstimuli postuliert. Zur Überprüfung dieser Annahmen wurden anhand eines standardisierten Fragebogens und eines klinischen Interviews 32 Frauen den drei Gruppen zugeordnet. Mittels subjektiver Bewertungen sowie der Aufzeichnung ereigniskorrelierter Potentiale an 61 Positionen wurden die Reaktionen auf appetitliche sowohl olfaktorische als auch visuelle Nahrungsreize untersucht. Hierzu wurden einerseits ein Karamellduft über ein Olfaktometer mit konstantem Luftstrom und andererseits Farbfotos süßer und herzhafter Speisen über einen Monitor präsentiert. Zur Kontrolle nahrungsspezifischer Effekte wurden zusätzlich ekelerregende Nahrungsreize (Zwiebelduft bzw. Bilder verdorbener Nahrung) sowie nicht mit Nahrung assoziierte Stimuli (Rosenduft bzw. Landschaftsaufnahmen) vorgegeben. Es erfolgte zunächst die Präsentation der olfaktorischen und danach der visuellen Stimuli in jeweils pseudorandomisierter Reihenfolge.

Bei der subjektiven Bewertung der Gerüche ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen. In Reaktion auf die Bilder traten neben erwarteten Unterschieden bei der Kategorie „Süß“ auch unerwartete Unterschiede bei den Kategorien „Ekel“ und „Landschaft“ auf. Bei der zentralnervösen Verarbeitung fand sich für den Karamellduft eine verringerte P3-Amplitude der essgestörten im Vergleich zu den ungezügelten Frauen. Die Präsentation der Bilder führte wiederum zu Gruppenunterschieden bei den Reizklassen „Süß“, „Ekel“ und „Landschaft“. Dabei reagierten Essgestörte auf die Bildkategorie „Süß“ mit einer gegenüber ungezügelten Frauen erhöhten N1-Amplitude sowie mit verlängerten Latenzen der P2 und pSW. In Reaktion auf Ekel-Reize fand sich für die Patientinnen eine verringerte Amplitude der N4. Bei der Kategorie „Landschaft“ zeigten sie ebenfalls eine Verminderung der N4-Amplitude sowie kürzere Latenzen der N4 und pSW im Vergleich zu den ungezügelten Esserinnen.

Die zentralnervösen Reaktionen der Essgestörten auf positive Nahrungsstimuli werden als eine Abwendung von Aufmerksamkeit gedeutet. Dabei wird die verminderte P3 bei olfaktorischen ebenso wie die verzögerte P2 und pSW bei visuellen Stimuli im Sinne einer kognitiven Vermeidung von Reizen interpretiert, welche aufgrund ihrer hohen Attraktivität die Gefahr eines Kontrollverlusts beinhalten. In der vergrößerten N1 wird eine „Alarmreaktion“ gesehen, die zunächst zu einer Aufmerksamkeitshinwendung auf potentiell bedrohliche Reize führt. Die auffälligen Reaktionen der Essgestörten auf die beiden Kontrollkategorien lassen zudem eine generell veränderte Reizverarbeitung vermuten. Da die gezügelten Esserinnen sich nur in wenigen Aspekten von den ungezügelten unterschieden, kann eine größere Ähnlichkeit zu Essgestörten anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht bestätigt werden.

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the relationship between attitudes towards eating behavior and processing of food stimuli. It was expected that patients with a bulimic eating behavior differ from healthy unrestrained eaters in their reactions to food cues. Based on the concept of “restrained eating” it was further postulated that restrained eaters show similarities to patients with eating disorders. To test these assumptions, 32 women were categorized into three groups by using a standardized questionnaire and a clinical interview. Responses to palatable olfactory as well as visual food cues were measured by means of subjective ratings and recordings of event-related potentials from 61 scalp positions. On the one hand caramel odor was presented via a constant flow olfactometer, on the other hand colored photographs of sweet and savory foods were shown on a screen. Disgusting food stimuli (onion odor and pictures of rotten foods respectively) and non-food stimuli (rose odor and landscapes respectively) served to control for food-specific effects. Olfactory stimuli were presented first, followed by visual stimuli, each in pseudo-randomized order.

Subjective ratings of odors revealed no differences between groups. In response to pictures, unexpected group differences to landscapes and disgusting items emerged besides expected group differences to sweet foods. Regarding central nervous processing, patients differed from unrestrained subjects by a reduced P3-amplitude in reaction to the caramel odor. The presentation of pictures again resulted in group differences for the stimulus classes “sweet”, “disgust” and “landscape”. In reaction to the category “sweet” patients showed an increased N1-amplitude and prolonged latencies of P2 and pSW compared to unrestrained eaters. Furthermore, patients reacted to the stimulus class “disgust” with a reduced N4-amplitude. For pictures of landscapes, patients also showed a reduced N4-amplitude and shorter latencies of N4 and pSW than unrestrained eaters.

The central nervous responses of the eating disordered patients to positive food cues are regarded as an avoidance of attention. The reduced P3 to olfactory stimuli as well as the delayed P2 and pSW to visual food cues are interpreted in terms of a cognitive avoidance of stimuli, implicating the danger of a loss of control due to their attractivity. It is assumed that the enlarged N1 reflects an “alert reaction” leading to an attentional switch towards potentially dangerous stimuli. The patients’ deviant reactions to the control stimuli may indicate a generally distorted information processing in this group. The slight differences between the restrained and unrestrained eaters do not support the assumption of a similarity in information processing between eating disordered patients and restrained eaters.

8 LITERATUR

- Abramson, E. E. & Wunderlich, R. A. (1972). Anxiety, fear and eating: A test of the psychosomatic concept of obesity. *Journal of Abnormal Psychology*, 79 (3), 317 - 321.
- Adams, N., Ferguson, J., Stunkard, A. J. & Agras, S. (1978). The eating behavior of obese and nonobese women. *Behavior Research and Therapy*, 16, 225 - 232.
- Altenmüller, E. (1996). Ereigniskorrelierte Potentiale. In M. Stöhr, J. Dichgans, U. W. Buettner, C. W. Hess & E. Altenmüller (Hrsg.), *Evozierte Potentiale* (557 - 587). Berlin: Springer Verlag.
- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostical and Statistical Manual of Mental Diseases (4th edition, DSM IV)*. Washington D. C.: APA (Deutsche Bearbeitung: Saß, H., Wittchen, H.-U. & Zaudig, M. (1996). DSM IV. Göttingen: Hogrefe.)
- Anderson, D. A. & Maloney, K. C. (2001). The efficacy of cognitive-behavioral therapy on the core symptoms of bulimia nervosa. *Clinical Psychology Review*, 21 (7), 971 - 988.
- Annett, M. (1970). A classification of hand preference by association analysis. *British Journal of Psychology*, 61 (3), 303 - 321.
- Axel, R. (1995). Die Entschlüsselung des Riechens. *Spektrum der Wissenschaft*, Dezember 1995, 72 - 78.
- Baucom, D. H. & Aiken, P. A. (1981). Effect of depressed mood on eating among obese and nonobese dieting and nondieting persons. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41 (3), 577 - 585.
- Bear, M. F., Connors, B. W. & Paradiso, M. A. (1996). *Neuroscience: Exploring the Brain*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Bennington, J. Y. & Polich, J. (1999). Comparison of P300 from passive and active tasks for auditory and visual stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 34, 171 - 177.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (1996). *Biologische Psychologie (2. korrigierte Auflage)*. Berlin: Springer Verlag.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2001). Motivation und Emotion. In: R. F. Schmidt & H.-G. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie (4. überarbeitete Auflage)*; 455 - 476). Berlin: Springer Verlag.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2003). *Biologische Psychologie (5. vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage)*. Berlin: Springer Verlag.
- Black, C. M., Wilson, G. T., Labouvie, E. & Heffernan, K. (1997). Selective processing of eating disorder relevant stimuli: Does the Stroop Test provide an objective measure of bulimia nervosa? *International Journal of Eating Disorders*, 22, 329 - 333.

- Bregelmann, J. C. & Bregelmann, L. (1960). Deutsche Validierung von Fragebogen der Extraversion, neurotischen Tendenz und Rigidität. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 7, 291 – 331.
- Bruch, H. (1961). Conceptual confusion in eating disorders. *Journal of Nervous and Mental Disorders*, 133, 46 - 54.
- Buck, L. & Axel, R. (1991). A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition. *Cell*, 65, 175 - 187.
- Burdach, K. J. (1988). Geschmack und Geruch: Gustatorische, olfaktorische und trigeminale Wahrnehmung. Bern: Hans Huber Verlag.
- Cabanac, M. (1971). Physiological role of pleasure. *Science*, 173, 1103 - 1107.
- Cabanac, M. & Duclaux, R. (1970). Obesity: Absence of satiety aversion to sucrose. *Science*, 168, 496 - 497.
- Cabanac, M., Duclaux, R. & Spector, N. H. (1971). Sensory feedback in regulation of body weight: Is there a Ponderostat?, *Nature*, 229, 125 - 127.
- Campanella, S., Gaspard, C., Debatisse, D., Bruyer, R., Crommelinck, M. & Guerit, J.-M. (2002). Discrimination of emotional facial expressions in a visual oddball task: An ERP study. *Biological Psychology*, 59, 171 - 186.
- Capaldi, E. D. (1996). Conditioned food preferences. In E. D. Capaldi (Ed.), *Why we eat what we eat: The psychology of eating* (53 – 80). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Carlson, N. R. (2001). *Physiology of Behavior* (7th edition). Boston: Allyn and Bacon.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate behavioral research*, 1, 245 – 276.
- Channon, S., Helmsley, D. & de Silva, P. (1988). Selective processing of food words. *British Journal of Clinical Psychology*, 27, 259 - 260.
- Charnock, D. J. K. (1989). A Comment on the role of Dietary Restraint in the development of bulimia nervosa. *British Journal of Clinical Psychology*, 28, 329 - 340.
- Chritchley, H. D. & Rolls, E. T. (1996a). Olfactory neuronal responses in the primate orbitofrontal cortex: Analysis in an olfactory discrimination task. *Journal of Neurophysiology*, 75 (4), 1659 - 1672.
- Chritchley, H. D. & Rolls, E. T. (1996b). Hunger and satiety modify the responses of olfactory and visual neurons in the primate orbitofrontal cortex. *Journal of Neurophysiology*, 75 (4), 1673 - 1686.
- Chung, G., Tucker, D. M., West, P., Potts, F., Liotti, M., Luu, P. & Hartly, A. L. (1996). Emotional expectancy: Brain electrical activity associated with an emotional bias in interpreting life events. *Psychophysiology*, 33, 218 - 233.

- Coles, M. G. H., Gratton, G. & Fabiani, M. (1990). Event-related brain potentials. In J. T. Cacioppo & L. G. Tassinary (Eds.), *Principles of Psychophysiology: Physical, Social, and Inferential Elements* (413 - 455). Cambridge: Cambridge University Press.
- Comer, R. J. (1995). *Klinische Psychologie*, deutsche Übersetzung herausgegeben von G. Sartory & J. Metsch. Heidelberg: Spektrum-Verlag.
- Cooper, M. (1997). Bias in interpretation of ambiguous situations in eating disorders. *Behavior Research and Therapy* 35, 619 – 626.
- Cooper, M. J., Anastasiades, P. & Fairburn, C. G. (1992). Selective processing of eating-, shape-, and weight-related words in persons with bulimia nervosa. *Journal of Abnormal Psychology*, 101 (2), 352 - 355.
- Cooper, M. J., Fairburn, C. G., (1992). Selective processing of eating, weight and shape related words in patients with eating disorders and dieters. *British Journal of Clinical Psychology*, 31, 363 - 365.
- Cooper, M. J., Fairburn, C. G., (1993). Demographic and clinical correlates of selective information processing in patients with bulimia nervosa. *International Journal of Eating Disorders*, 13 (1), 109 - 116.
- Cooper, M. J., Fairburn, C. G., (1994). Changes in selective information processing with three psychological treatments for bulimia nervosa. *British Journal of Clinical Psychology*, 33, 353 - 356.
- Cooper, M. J., Todd, G., (1997). Selective processing of three types of stimuli in eating Disorders. *British Journal of Clinical Psychology*, 36 , 279 - 281.
- Crowley, K. E. & Clorain, I. M. (2004). A review of the evidence for P2 being an independent component process: Age, sleep and modality. *Clinical Neurophysiology*, 115, 732 - 744.
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N. & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariations with automatic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95 - 111.
- Dalton, P. (1996). Odor perception and beliefs about risk. *Chemical Senses*, 21, 447 - 458.
- Daniels, C., Gottwald, B., Pause, B. M., Sojka, B., Mehdorn, H. M. & Ferstl, R. (2001). Olfactory event-related potentials in patients with brain tumors. *Clinical Neurophysiology*, 112, 1523 – 1530.
- Deacon, D., Breton, F., Ritter, W. & Vaughan, H. G. jr. (1991). The relationship between N2 and N400: Scalp distribution, stimulus probability and task relevance. *Psychophysiology*, 28 (2), 185 - 200.
- Deetjen, P. & Speckmann, E.-J. (Hrsg.) (1992). *Physiologie*. München: Urban & Schwarzenberg.

- Diedrich, O., Naumann, E., Maier, S., Becker, G. & Bartussek, D. (1997). A frontal positive slow wave in the ERP associated with emotional slides. *Journal of Psychophysiology*, *11*, 71 - 84.
- Dolcos, F. & Cabeza, R. (2002). Event-related potentials of emotional memory: Encoding pleasant, unpleasant and neutral pictures. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *2* (3), 252 - 263.
- Donchin, E. & Coles, M. G. H. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences*, *11*, 357 - 428.
- Donchin, E., Gratton, G., Dupree, D. & Coles, M. (1988). After a rash action: latency and amplitude of the P300 following fast guesses. In G.C. Galbraith, M.L. Kietzman & E. Donchin (Eds.), *Neurophysiology and Psychophysiology: Experimental and Clinical Applications* (173 - 188). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Donchin, E., Ritter, W. & Mc Callum, W. C. (1978). Cognitive Psychophysiology: The endogenous components of the ERP. In E. Callaway, P. Tueting & S. Koslow (Eds.), *Event-related Brain Potentials in Man* (349 - 411). New York: Academic Press.
- Doty, R. L. (1991). Olfactory System. In T.V. Getchell, R. L. Doty, L. M. Bartoshuk & J. B. Snow (Eds.), *Smell and Taste in Health and Disease* (175 - 203). New York: Raven Press.
- Doty, R. L. & Kobal, G. (1995). Current trends in the measurement of olfactory functions. In R. L. Doty (Ed.), *Handbook of Olfaction and Gustation* (191 - 225). New York: M. Dekker.
- Drobes, D. J., Miller, E. J., Hillman, C. H., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N. & Lang, P. J. (2001). Food deprivation and emotional reactions to food cues: Implications for eating disorders. *Biological Psychology*, *57*, 153 - 177.
- Duffy, V. B. & Bartoshuk, L. M. (1996). Sensory factors in feeding. In E. D. Capaldi (Ed.), *Why we eat what we eat: The psychology of eating* (145 - 172). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Durrant, M. (1981). Salivation: a useful research tool? *Appetite*, *2*, 362 - 365.
- Dykens, E. M. & Gerrard, M. (1986). Psychological profiles of purging bulimics, repeat dieters, and controls. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *54* (3), 283 - 288.
- Ebe, M. & Homma, I. (1994) *Leitfaden für die EEG-Praxis. Ein Bildkompendium.* Übersetzung durch: M. Yamada & Y. Mizuki. Deutsche Bearbeitung durch: J. Kugler & W. Scheuler unter Mitwirkung von M. Döping & C. Pastelak-Price. Stuttgart: Fischer Verlag.
- Eichenbaum, H. (1996). Olfactory perception and memory. In R. Llinás & P. S. Churchland (Eds.), *The Mind-Brain Continuum* (173-202). Cambridge: MIT Press.

- Eggert, D. & Cohen, R. (1969). Versuch einer psychometrischen Modifikation der Wunschprobe von Wilde. *Diagnostica*, 15 (2), 49 - 62.
- Eggert, D. & Ratschinski, G. (1983). *Eysenck-Persönlichkeits-Inventar. Handanweisung für die Durchführung und Auswertung* (2. Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Eggert, F., Uharek, L., Müller-Ruchholtz, W. & Ferstl, R. (1993). The hematopoietic system influences odor specificity in mice and rats. *Neuropsychobiology*, 27, 108-111.
- Engen, T., Gilmore, M. M. & Mair, R. G. (1991). Odor Memory. In T.V. Getchell, R. L. Doty, L. M. Bartoshuk & J. B. Snow (Eds.), *Smell and Taste in Health and Disease* (315 - 328). New York: Raven Press.
- Erlichman, H. & Halpern, J. N. (1988). Affect and memory: Effects of pleasant and unpleasant odors on retrieval of happy and unhappy memories. *Journal of Personality and Social Psychology*, 55 (5), 779 - 779.
- 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, 751 - 756.
- Eysenck, H. J. (1953). Fragebogen als Meßmittel der Persönlichkeit. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 1, 291 - 335.
- Eysenck, H. J. (1959). *Manual of the Maudsley Personality Inventory*. London: University of London Press.
- Eysenck, H. J. (1960). *The Structure of Human Personality*. London: Methuen.
- Eysenck, H. J. & Eysenck, S. B. G. (1964). *Manual of the Eysenck Personality Inventory*. London: University of London Press.
- Fairburn, C. G. (1997). Eating Disorders. In D. M. Clark & C. G. Fairburn (Eds.), *The science and practice of cognitive behaviour therapy* (209 - 242). Oxford: Oxford University Press.
- Faust, I. M. (1985). Role of the fat cell in energy balance physiology. In A. J. Stunkard & E. Stellar (Eds.), *Eating and it's disorders* (3rd edition; 97 - 108). New York: Raven Press.
- Fedoroff, I. C., Polivy, J. & Herman, C. P. (1997). The effect of pre-exposure to food cues on the eating behavior of restrained and unrestrained eaters. *Appetite*, 28, 33 - 47.
- Fedoroff, I. C., Stoner, S. A., Andersen, A. E., Doty, R. L. & Rolls, B. J. (1995). Olfactory dysfunction in anorexia and bulimia nervosa. *International Journal of Eating Disorders*, 18, 71 - 77.

- Ferstl, R., Eggert, F., Westphal, E., Zavazava, N. & Müller-Ruchholtz, W. (1992). MHC-related odors in humans. In: R. L. Doty & D. Müller-Schwarze (Eds.), *Chemical Signals in Vertebrates VI* (205 - 210). New York: Plenum Press.
- Ferstl, R., Pause, B. M., Schüler, M., Luszyk, D., Eggert, F., Westphal, E. & Müller-Ruchholtz, W. (1990). Immune system signalling to the brain: MHC-specific odors in humans. In: C. N. Stefanis et al. (Eds.), *Psychiatry: A world perspective - Vol. 2* (751 - 755). Amsterdam: Elsevier.
- First, M. B., Gibbon, M., Spitzer, R. L. & Williams, J. B. W. (1996). *User's Guide for the Structured Clinical Interview for DSM IV Axis I Disorders - Research Version*. Washington D. C.: American Psychiatric Association.
- First, M. B., Gibbon, M., Spitzer, R. L. & Williams, J. B. W. (1997). *Structured Clinical Interview for DSM IV Axis I Disorders – Research Version. Administration Booklet*. Washington D. C.: American Psychiatric Association.
- Fitzgerald, P. G. & Picton, T. W. (1984). The effects of probability and discriminability on the evoked potentials to unpredictable stimuli. In R. Karrer, J. Cohen & P. Tueting (Eds.), *Brain and Information: Event-related Potentials. Annals of the New York Academy of Sciences*, 425, 199 - 203.
- FMS (Falk Minow Services, Servicebüro für Medizinlogistik). *Easy-Cap: Elektrodenanordnungen und Produktinformation*.
- Freeman, W. J. & Schneider, W. (1982). Changes in the spatial patterns of rabbit olfactory EEG with conditioning to odors. *Psychophysiology*, 19 (1), 44 - 56.
- Friedman, D., Cycowicz, Y. M. & Gaeta, H. (2001). The novelty P3: an event-related brain potential (ERP) sign of the brain's evaluation of novelty. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 25, 355 - 273.
- Friedman, M. I. & Mattes, R. D. (1991). Chemical senses and nutrition. In T.V. Getchell, R. L. Doty, L. M. Bartoshuk & J. B. Snow (Eds.), *Smell and Taste in Health and Disease* (391 - 404). New York: Raven Press.
- Frijters, J. E. R. (1984). Sweetness intensity perception and sweetness pleasantness in women varying in reported restraint of eating. *Appetite*, 5, 103 - 108.
- Frost, R. O., Goolkasian, G. A., Ely, R. J. & Blanchard, F. A. (1982). Depression, restraint and eating behavior. *Behavior Research and Therapy*, 20, 113 - 121.
- Fruhstorfer, H. (1996). Chemische Sinne. In R. Klinke & S. Silbernagl (Hrsg), *Lehrbuch der Physiologie (2. neubearbeitete Auflage; 611 – 621)*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Geisler, M. W., Morgan, C. D., Covington, J. W. & Murphy, C. (1999). Neuropsychological performance and cognitive olfactory event-related brain potentials in young and elderly adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 21 (1), 108 - 126.

- Getchell, T. V. & Getchell, M. L. (1991). Physiology of olfactory reception and transduction: General principles. In D. G. Laing, R. L. Doty & W. Breipohl (Eds.), *The human sense of smell* (61 – 75). Berlin: Springer Verlag.
- Globisch, J., Hamm, A. O., Esteves, F. & Öhman, A. (1999). Fear appears fast: Temporal course of startle reflex potentiation in animal fearful subjects. *Psychophysiology*, 36, 66 – 75.
- Goff, W. R., Allison, T. & Vaughan, H. G. (1978). The functional neuroanatomy of event-related potentials. In E. Callaway, P. Tueting & S. Koslow (Eds.), *Event-related Brain Potentials in Man* (1 - 91). New York: Academic Press.
- Goldman, R., Jaffa, M. & Schachter, S. (1968). Yom Kippur, Air France, dormitory food, and the eating behavior of obese and normal persons. *Journal of Personality and Social Psychology*, 10 (2), 117 - 123.
- Goldstein, A., Spencer, K. M. & Donchin, E. (2002). The influence of stimulus deviance and novelty on the P300 and novelty P3. *Psychophysiology*, 39, 781 - 790.
- Goldstein, E. B. (1997). *Wahrnehmungspsychologie: Eine Einführung*. Deutsche Übersetzung herausgegeben von M. Ritter. Heidelberg: Spektrum Verlag.
- Green, M. W. & Rogers, P. J. (1993). Selective attention to food and body shape words in dieters and restrained nondieters. *International Journal of Eating Disorders*, 14 (4), 515 - 517.
- Greer, C. A. (1991). Structural organization of the olfactory system. In T.V. Getchell, R. L. Doty, L. M. Bartoshuk & J. B. Snow (Eds.), *Smell and Taste in Health and Disease* (65 -82). New York: Raven Press.
- Griep, M. I., Mets, T. F., Collys, K., Vogelacre, P., Laska, M. & Massart, D. L. (1997). Odour perception in relation to age, general health, anthropometry and dental state. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 25, 263 - 275.
- Griep, M. I., Mets, T. F. & Massart, D. L. (1997). Different effects of flavour amplification of nutrient dense foods on preference and consumption in young and elderly subjects. *Food Quality and Preference*, 8 (2), 151 - 156.
- Griep, M. I., Mets, T. F., Vercruyssen, A., Cromphout, I., Ponjaert, I., Toft, J., & Massart, D. L. (1995). Food odor thresholds in relation to age, nutritional and health status. *Journal of Gerontology*, 50A (6), B407 - B414.
- Grigor, J. (1995). Do the eyes see what the nose knows? An investigation of the effects of olfactory priming on visual event related potentials. *Chemical Senses*, 20, 163. Abstrakt.
- Grigor, J., Van Toller, S., Behan, J. & Richardson, A. (1999). The effect of odour priming on long latency visual evoked potentials of matching and mismatching objects. *Chemical Senses*, 24, 137 - 144.

- Gross-Isseroff, R. & Lancet, D. (1988). Concentration-dependent changes of perceived odor quality. *Chemical Senses*, 13, 191 - 204.
- Haberly, L. B. (1998) Olfactory Cortex. In G. M. Shepherd (Ed.), *The Synaptic Organization of the Brain* (377 - 416). New York: Oxford University Press.
- Haberly, L. B. (2001). Parallel-distributed processing in olfactory cortex: New insights from morphological and physiological analysis of neuronal circuitry. *Chemical Senses*, 26, 551 - 576.
- Hackley, S. A. (1993). An evaluation of the automaticity of sensory processing using event-related potentials and brain stem reflexes. *Psychophysiology*, 30, 415 - 428.
- Hatt, H. (1993a). Geruch. In R. F. Schmidt (Hrsg.) *Neuro- und Sinnesphysiologie* (357 – 368). Berlin: Springer Verlag.
- Hatt, H. (1993b). Geschmack. In R. F. Schmidt (Hrsg.) *Neuro- und Sinnesphysiologie* (345 - 356). Berlin: Springer Verlag.
- Hatt, H. (2001a). Geruch. In: R. F. Schmidt & H.-G. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie (4. überarbeitete Auflage; 375 – 388)*. Berlin: Springer Verlag.
- Hatt, H. (2001b). Geschmack. In: R. F. Schmidt & H.-G. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie (4. überarbeitete Auflage; 361 – 374)*. Berlin: Springer Verlag.
- Heatherton, T. F., Herman, C. P. & Polivy, J. (1991). Effects of physical threat and ego threat on eating behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 60 (1), 138 - 143.
- Heatherton, T. F., Herman, C. P. & Polivy, J. (1992). Effects of distress on eating: The importance of ego-involvement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62 (5), 801 - 803.
- Heatherton, T. F., Herman, C. P., Polivy, J., King, G. A. & Mc Gree, S. T. (1988). The (mis)measurement of restraint: An analysis of conceptual and psychometric issues. *Journal of Abnormal Psychology*, 97 (1), 19 - 28.
- Heatherton, T. F., Polivy, J., Herman, C. P. & Baumeister, R. F. (1993). Self-awareness, task failure, and disinhibition: How attentional focus affects eating. *Journal of Personality*, 61 (1), 49 - 61.
- Herman, C. P. & Mack, D. (1975). Restrained and unrestrained eating. *Journal of Personality*, 43, 647 - 660.
- Herman, C. P. & Polivy, J. (1975). Anxiety, restraint and eating behavior. *Journal of Abnormal Psychology*, 84 (6), 666 - 672.
- Herman, C. P. & Polivy, J. (1980). Restrained eating. In A. J. Stunkard (Ed.), *Obesity*. (208 - 225). Philadelphia: W. B. Saunders.

- Herman, C. P. & Polivy, J. (1985). A Boundary Model for the Regulation of Eating. In A. J. Stunkard & E. Stellar (Eds.), *Eating and it's disorders* (3rd edition; 141 – 156). New York: Raven Press.
- Herman, C. P. & Polivy, J. (1988). Restraint and excess in dieters and bulimics. In K. M. Pirke, W. Vandereyken & D. Ploog. (Eds.). *The Psychobiology of Bulimia nervosa* (33 – 41). Berlin: Springer Verlag.
- Herman, C. P., Polivy, J., Klajner, F. & Esses, V. M. (1981). Salivation in dieters and non-Dieters. *Appetite*, 2, 356 - 361.
- Herman, C. P., Polivy, J., Lank, C. N. & Heatherton, T. F. (1987). Anxiety, hunger, and eating behavior. *Journal of Abnormal Psychology*, 96 (3), 264 - 269.
- Herman, C. P., Polivy, J., Pliner, P., Threlkeld, J. & Muncie, D. (1978). Distractibility in dieters and nondieters: An alternative view of "externality". *Journal of Personality and Social Psychology*, 36 (5), 536 - 548.
- Herman, C. P., Polivy, J. & Silver, R. (1979). Effects of an observer on eating behavior: The induction of "sensible" eating. *Journal of Personality*, 47, 85 - 99.
- Herz, R. S. & Engen, T. (1996). Odor memory: review and analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3, 300 - 313.
- Hibbs, J. A. & Herman, C. P. (1977). Obesity, dieting and the expression of „obese“ characteristics. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 91 (2), 374 - 380.
- Hill, A. J., Rogers, P. J. & Blundell, J. E. (1989). Dietary restraint in young adolescent girls: A functional analysis. *British Journal of Clinical Psychology*, 28, 165 - 176.
- Hodes, R., Cook, E. W. III & Lang, P. J., (1985). Individual differences in autonomic response: Conditioned association or conditioned fear? *Psychophysiology*, 22, 545 - 560.
- Hruby, T & Marsalek, P. (2003). Event-related-potentials – the P3 wave. Review). *Acta Neurobiologiae experimentalis*, 63, 55 - 63.
- Hummel, T. (2000). Assessment of intranasal trigeminal function. *International Journal of Psychophysiology*, 36, 147 - 155.
- 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., Mohammadian, P. & Kobal, G. (1998). Handedness is a determining factor in lateralized olfactory discrimination. *Chemical Senses*, 23, 541 - 544.
- Hudson, R. & Distel, H. (2002). Geruch. In T. Elbert (Hrsg.), *Biologische Grundlagen der Psychologie. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung; Serie 1: Biologische Psychologie, Band 6* (283 – 321). Göttingen: Hogrefe
- Huynh, H. & Feldt, L. S. (1976). Estimation of the box correction for degrees of freedom in sample data in randomized block and split plot factorial designs. *Journal of Educational Statistics*, 1, 69 – 82.
- Ilan, A. B. & Polich, J. (1999). P300 and response time from a manual Stroop task. *Clinical Neurophysiology*, 110, 367 - 373.
- Jansen, A. (1996). How restrained eaters perceive the amount they eat. *British Journal of Clinical Psychology*, 35, 381 - 392.
- Jansen, A. & van den Hout, M. (1991). On being led into temptation: „Counterregulation“ of dieters after smelling a „preload“. *Addictive Behaviors*, 16, 247 - 253.
- Johnson, R. jr. (1993). On the neural generators of the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology*, 30, 90-97.
- Johnson, W. G. (1974). The effects of cue prominence and obesity on effort to obtain food. In S. Schachter & J. Rodin. *Obese Humans and Rats* (53 - 59). Potomac: Lawrence Erlbaum Associates / Halsted.
- Johnston, V. S., Miller, D. R. & Bursleson, M. H. (1986). Multiple P300s to emotional stimuli and their theoretical significance. *Psychophysiology*, 23 (6), 684 - 694.
- Johnston, V. S. & Wang, X. T. (1991). The relationship between menstrual phase and the P300 component of ERPs. *Psychophysiology*, 28 (4), 400 - 409.
- Jones-Chesters, M. H., Monsell, S. & Cooper, P. J. (1998). The disorder-salient Stroop effect as a measure of psychopathology in eating disorders. *International Journal of Eating Disorders*, 24, 65 - 82.
- Jones-Gotman, M. & Zatorre, R. J. (1993). Odor recognition memory in humans: Role of right temporal and orbitofrontal regions. *Brain and Cognition*, 22, 182 - 198.
- Jones-Gotman, M., Zatorre, R. J., Cendres, F., Olivier, A., Andermann, F., McMackin, D., Staunton, H., Siegel, A. M., Wieser, H.-G. (1997). Contribution of medial versus lateral temporale-lobe structures to human odour identification. *Brain*, 120, 1845 - 1856.
- Kaplan, H. I. & Singer Kaplan, H. (1957). The psychosomatic concept of obesity. *Journal of Nervous and Mental Diseases*, 125 (7), 181 - 201.
- Karis, D., Fabiani, M. & Donchin, E. (1984). "P300" and memory: individual differences in the von Restorff Effect. *Cognitive Psychology*, 16, 177 - 216.

- Katayama, J. & Polich, J. (1998). Stimulus context determines P3a and P3b. *Psychophysiology*, 35, 23 - 33.
- Katayama, J. & Polich, J. (1999). Auditory and visual P300 topography from a 3 stimulus paradigm. *Clinical Neurophysiology*, 110, 463 - 468.
- Kayser, J., Tenke, C., Nordby, H., Hamerborg, D., Hugdahl, K. & Erdmann, G. (1997). Event-related potential (ERP) asymmetries to emotional stimuli in a visual half-field paradigm. *Psychophysiology*, 34, 414 - 426.
- Keesey, R. E. (1993) Physiological regulation of body energy: Implications for obesity. In A. J. Stunkard & T. A. Wadden (Eds.), *Obesity: Theory and Therapy* (2nd edition; 77 - 96). New York: Raven Press.
- Keesey, R. E. & Corbett, S. W. (1985) Metabolic defense of the body weight set-point. In A. J. Stunkard & E. Stellar (Eds.), *Eating and it's disorders* (3rd edition; 87 - 96). New York: Raven Press.
- Keil, A., Bradley, M. M., Hauk, O., Rockstroh, B., Elbert, T. & Lang, P. J. (2002). Large scale neural correlates of picture processing. *Psychophysiology*, 39, 641 - 649.
- Ketchum, K. L. & Haberly, L. B. (1991). Fast oscillations and dispersive propagation in olfactory cortex and other cortical areas: A functional hypothesis. In J. L. Davis & H. Eichenbaum (Eds.), *Olfaction. A model system for computational neuroscience*. Cambridge: MIT Press.
- Keys, A., Brozek, J., Henschel, A., Mickelsen, O. & Taylor, H. L. (1950). *The biology of human starvation*. Minneapolis: The University of Minnesota Press.
- Kirk, R. E. (1968). *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Kirschenbaum, D. S. & Tomarken, A. J. (1982). Some antecedents of regulatory eating by restrained and unrestrained eaters. *Journal of Abnormal Psychology*, 91 (5), 326 - 336.
- Klajner, F., Herman, C. P., Polivy, J. & Chhabra, R. (1981). Human obesity, dieting, and anticipatory salivation to food. *Physiology and Behavior*, 27, 195 - 198.
- Klem, G.H., Lüders, H. O., Jasper, H. H. & Elger, C. (1999). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Supplement 52 zu Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 3 - 6.
- Knight, L. J. & Boland, F. J. (1989). Restrained eating: An experimental disentanglement of the disinhibiting variables of perceived calories and food type. *Journal of Abnormal Psychology*, 98 (4), 412 - 420.
- Kobal, G. (1981). *Elektrophysiologische Untersuchungen des menschlichen Geruchssinn*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

- Kobal, G. & Hummel, T. (1988). Cerebral chemosensory evoked potentials elicited by chemical stimulation of the human olfactory and respiratory nasal mucosa. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 71, 241 - 250.
- Kobal, G. & Hummel, T. (1991a). Human electro-olfactograms and brain responses to olfactory stimulation. In D. G. Laing, R. L. Doty & W. Breipohl (Eds.), *The human sense of smell* (135 - 151). Berlin: Springer Verlag.
- Kobal, G. & Hummel, T. (1991b). 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. & Hummel, T. (1998). Olfactory and intranasal trigeminal event-related potentials in anosmic patients. *Laryngoscope*, 108, 1033 - 1035.
- Kobal, G., Hummel, T. & Van Toller, S. (1992). Differences in human chemosensory evoked potentials to olfactory and somatosensory chemical stimuli presented to left and right nostrils. *Chemical Senses*, 17, 233 - 244.
- Köster, E. P. & De Wijk, R. A. (1991). Olfactory adaptation. In D. G. Laing, R. L. Doty & W. Breipohl (Eds.), *The human sense of smell* (199 - 215). Berlin: Springer Verlag.
- Kok, A. (2000). Age-related changes in involuntary and voluntary attention as reflected in components of the event-related potential (ERP). *Biological Psychology*, 54, 107 - 143.
- Kolb, B. & Wishaw, I. Q. (1996). *Neuropsychologie* (2. Auflage). Heidelberg: Spektrum Verlag.
- Kopala, L. C., Good, K., Goldner, E. M. & Birmingham, C. L. (1995). Olfactory identification ability in anorexia nervosa. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 20 (4), 283 - 286.
- Krauel, K., Pause, B. M., Müller, C., Sojka, B., Müller-Ruchholtz, W. & Ferstl, R. (1998a). Central nervous correlates of chemical communication in humans. In C. Murphy (Ed.), *Olfaction and Taste XII. Annals of the New York Academy of Sciences*, 855, 628 - 631.
- Krauel, K., Pause, B. M., Sojka, B., Schott, P. & Ferstl, R. (1998b). Attentional modulation of central odor processing. *Chemical Senses*, 23, 423 - 432.
- Krugel, F. (1990). Die Untersuchung des olfaktorischen Systems bei Patienten mit fokalen Hirnschädigungen. Dissertation.
- Kutas, M. & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203 - 205.
- Kutas, M. & Hillyard, S. A. (1984). Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, 307, 161 - 163.

- Kyle Smith, N., Cacioppo, J. T., Larsen, J. T., & Chartrand, T. L. (2003). May I have your attention, please: Electroocortical responses to positive and negative stimuli. *Neuropsychologia*, *41*, 171 - 183.
- Laessle, R. G. (1993). Ambulante Therapie der Bulimia nervosa. In K. M. Pirke (Hrsg.), *Eßstörungen: Entstehung, Diagnostik, Therapie. 3. Trierer Kolloquium* (41 – 53). Gräfelting: Socio Medico Verlag.
- Laessle, R. G., Platte, P., Tuschl, R. J., Hellhammer, D. H. & Pirke, K. M. (1996). Subjektive Reaktionen auf Nahrungsaufnahme bei jungen Frauen mit hoher vs. niedriger kognitiver Kontrolle des Eßverhaltens im Vergleich zu Patientinnen mit Bulimia nervosa. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, *25* (1), 14 - 20.
- Laessle, R. G., Tuschl, R. J., Kotthaus, B. C. & Pirke, K. M. (1989a). A comparison of the validity of three scales for the assessment of dietary restraint. *Journal of Abnormal Psychology*, *98* (4), 504 - 507.
- Laessle, R. G., Tuschl, R. J., Kotthaus, B. C. & Pirke, K. M. (1989b). Behavioral and biological correlates of dietary restraint in normal life. *Appetite*, *12*, 83 - 94.
- Laessle, R. G., Tuschl, R. J., Waadt, S. & Pirke, K. M. (1989). The specific psychopathology of bulimia nervosa: A comparison with restrained and unrestrained (normal) eaters. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *57* (6), 772 - 775.
- Laessle, R. G., Wurmser, H. & Pirke, K. M. (1999). Eßstörungen. In J. Margraf (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltenstherapie, Band 2: Störungen – Glossar* (2. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, 223 – 246). Berlin: Springer-Verlag.
- Laing, D. G. (1986). Identification of single dissimilar odors is achieved by humans with a single sniff. *Physiology & Behavior*, *37*, 163 - 170.
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Cuthbert, B. N. (1999). International Affective Picture System (IAPS). *Technical manual and affective ratings*. Florida: NIMH Center for the Study of Emotion and Attention.
- Lang, P. J. (1980). Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: computer applications. In: J. B. Sidowski, J. H. Johnson & T. A. Williams. *Technology in mental health care delivery systems* (119 – 137). Norwood: Ablex.
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, attention and action. In P. J. Lang, R. F. Simons & M. T. Balaban (Eds.), *Attention and Orienting: Sensory and motivational processes* (97 – 135) Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lappalainen, R., Sjäöden, P-O., Karhunen, L., Gladh, V. & Lesinska, D. (1994). Inhibition of anticipatory salivation and craving in response to food stimuli. *Physiology and Behavior*, *56* (2), 393 - 398.
- Laurent, G. (1997). Olfactory processing: maps, time and codes. *Current Opinion in Neurobiology*, *7*, 547 - 553.

- Laurian, S., Bader, M., Lanares, J. & Oros, L. (1991). Topography of event-related potentials elicited by visual emotional stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 10, 231 - 238.
- Lavin, J. H., French, S. J. & Read, N. W. (1997). The Effect of sucrose- and aspartame-sweetened drinks on energy intake, hunger and food choice of female, moderately restrained eaters. *International Journal of Obesity*, 21, 37 - 42.
- Le Goff, D. B., Leichner, P. & Spigelman, M. N. (1988). Salivary response to olfactory food stimuli in anorexics and bulimics. *Appetite*, 11, 15 - 25.
- Le Goff, D. B. & Spigelman, M. N. (1987). Salivary response to olfactory food stimuli as a function of dietary restraint and body weight. *Appetite*, 8, 29 - 35.
- Levine, G. (1991). *A Guide to SPSS for Analysis of Variance*. Hilldale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Livermore, A., Hummel, T. & Kobal, G. (1992). Chemosensory event-related potentials in the investigation of interactions between the olfactory and the somatosensory (trigeminal) systems. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 83, 201 - 210.
- Long, C. G., Hinton, C. & Gillespie, N. K. (1994). Selective processing of food and body size words: Application of the Stroop Test with obese, restrained eaters, anorexics and normals. *International Journal of Eating Disorders*, 15, 279 - 283.
- Lorig, T. S., Matia, D. 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.
- Lowe, G. & Gold, G. H. (1993). Nonlinear amplification by calcium-dependent chloride channels in olfactory receptor cells. *Nature*, 366, 283 - 286.
- Lyman, B. (1982). The nutritional values and food group characteristics of foods preferred during various emotions. *The Journal of Psychology*, 112, 121 - 127.
- Mäntysalo, S. & Näätänen, R. (1987). The duration of a neuronal trace of an auditory stimulus as indicated by event-related potentials. *Biological Psychology*, 24, 183 - 195.
- Mahamedi, F. & Heatherton, T. F. (1993). Effects of high calorie preloads on selective processing of food and body shape stimuli among dieters and nondieters. *International Journal of Eating Disorders*, 13 (3), 305 - 314.
- Mauler, B., Tuschen-Caffier, B. & Hamm, A. O. (1997). Fear or craving? Startle reflex modulation during viewing of food. *Psychophysiology*, 34, S62. Abstrakt.
- Mc Kenna, R. J. (1972). Some effects of anxiety level and food cues on the eating behavior of obese and normal subjects: A comparison of the Schacterian and Psychosomatic Conceptions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 22 (3), 311 - 319.

- Mc Pherson, W. B. & Holcomb, P. J. (1999). An electrophysiological investigation of semantic priming with pictures of real objects. *Psychophysiology*, 36, 53 - 65.
- Mecklinger, A. & Ullsperger, P. (1993). P3 varies with stimulus categorization rather than probability. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 86, 395 - 407.
- Mini, A., Palomba, D., Angrilli, A. & Bravi, S. (1996). Emotional information processing and visual evoked brain potentials. *Perceptual and Motor Skills*, 83, 143 - 152.
- Möller, R., Pause, B. M. & Ferstl, R. (1999). *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 46, 1, 53 - 71.
- Moran, D. T., Jafek, B. W. & Rowley, J. C. III (1991). The ultrastructure of the human olfactory mucosa. In D. G. Laing, R. L. Doty & W. Breipohl (Eds.), *The human sense of smell* (3 - 28). Berlin: Springer Verlag.
- Müller, C., Pause, B. M., Sojka, B. & Ferstl, R. (2000). Subjektive Bewertung visueller Nahrungsstimuli durch gezügelte und ungezügelte Esser. In: *Abstract-CD-ROM zum 42. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Jena, 24. - 28. 9. 2000*. Deutsche Gesellschaft für Psychologie (Ed.). Pabst Science Publishers, Lengerich.
- Müller, C., Pause, B. M., Krauel, K., Sojka, B., Gottsmann, B., Rogalski, K., Krischer, A., Müller-Ruchholtz, W. & Ferstl, R. (1999). Central nervous processing of HLA-associated body odors. *Journal of Psychophysiology*, 13 (4), 268. Abstrakt.
- Müller, C., Pause, B. M., Rogalski, K. & Ferstl, R. (2000). Does hunger affect the rating of food odors? *Chemical Senses*, 25 (6), 797.
- Näätänen, R. (1990). The role of attention in auditory information processing as revealed by event-related potentials and other brain measures of cognitive function. *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 201 - 288.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Alho, K., Reinikainen, K. & Sams, M. (1987a). Interstimulus interval and the mismatch negativity. In C. Barber & T. Blum (Eds.), *Evoked Potentials III* (392 - 397). London: Butterworths.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Alho, K., Reinikainen, K. & Sams, M. (1987b). The mismatch negativity to intensity changes in an auditory stimulus sequence. In: R. Johnson, jr., J. W. Rohrbaugh & R. Parasuraman (Eds.), *Current Trends in Event-Related Potential Research Supplement 40 zu Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 125 - 131. Amsterdam: Elsevier.
- Näätänen, R. & Picton, T. (1987). The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: A review and analysis of the component structure. *Psychophysiology*, 24, 375 - 425.
- Näätänen, R., Simpson, M. & Loveless, N. E. (1982). Stimulus deviance and evoked potentials. *Biological Psychology*, 14, 53 - 98.

- Nasman, V. T. & Rosenfeld, J. P. (1990). Parietal P3 response as an indicator of stimulus categorization: Increased P3 amplitude to categorically deviant target and nontarget stimuli. *Psychophysiology*, 27 (3), 338 - 350.
- Naumann, E., Bartussek, D., 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.
- Naumann, E., Becker, G., Maier, S., Diedrich, O. & Bartussek, D. (1997). Ereigniskorrelierte Potentiale auf emotionale Bilder: Einfluß der Darbietungszeit. *Zeitschrift für experimentelle Psychologie*, 44, (1), 163 - 185.
- Naumann, E., Maier, S., Diedrich, O., Becker, G. & Bartussek, D. (1997). Structural, semantic, and emotion-focused processing of neutral and negative nouns: Event-related potential correlates. *Journal of Psychophysiology*, 11, 158 - 172.
- Neuroscan Inc. SynAmp™ *User's Guide. Revision 1.02*. Herndon, USA. Copyright 1993-1996.
- Nieuwenhuys, R., Voogd, J., & van Huijzen, C. (1991). *Das Zentralnervensystem des Menschen. Ein Atlas mit Begleittext (2. Auflage)*. Übersetzung: W. Lange. Berlin: Springer-Verlag.
- Nisbett, R. E. (1968a). Determinants of food intake in obesity. *Science*, 159, 1254 - 1255.
- Nisbett, R. E. (1968b). Taste, deprivation, and weight determinants of eating behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 10 (2), 107 - 116.
- Nisbett, R. E. (1972). Hunger, obesity, and the ventromedial hypothalamus. *Psychological Review*, 79 (6), 433 - 453.
- Nisbett, R. E. & Kanouse, D. E. (1969). Obesity, food deprivation, and supermarket shopping behavior. *Journal of Psychology and Social Psychology*, 12 (4), 289 - 294.
- Nolte, J. (1999) *The human brain: An introduction to its functional anatomy. 4th edition*. St. Louis: Mosby.
- Nuwer, M. R., Comi, G., Emerson, R., Fuglsang-Frederiksen, A., Guérit, J.-M., Hinrichs, H., Ikeda, A., Luccas, F. J. C. & Rappelsberger, P. (1999). IFCN Standards for digital recording of clinical EEG. *Supplement 52 zu Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 11 - 14.
- Nuwer, M. R., Lehmann, D., Lopes da Silva, F., Matsuoka, S., Sutherling, W. & Vibert, J. F. (1999). IFCN guidelines for topographic and frequency analysis of EEGs and EPs. *Supplement 52 zu Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 15 - 20.
- O'Doherty, J., Rolls, E. T., Francis, S., Bowtell, R., Mc Glone, F., Kopal, G., Renner, B. & Ahne, G. (2000). Sensory-specific satiety-related olfactory activation of the human orbitofrontal cortex. *Neuroreport*, 11 (2), 399 - 403.

- Ogden, J. & Greville, L. (1993). Cognitive changes to preloading in restrained and unrestrained eaters as measured by the Stroop task. *International Journal of Eating Disorders*, 14 (2), 185 - 195.
- Onofrj, M. C., Fulgente, T., Nobile, D., Bazzaro, S. & Colamartino, P. (1991). Mapping of event-related potentials to auditory and visual oddball paradigms in controls. *European Neurology*, 31, 220 - 228.
- Overduin, J., Jansen, A., Louwerse, E. (1995). Stroop interference and food intake. *International Journal of Eating Disorders*, 18 (3), 277 - 285.
- Paavilainen, P., Alho, K., Reinikainen, K., Sams, M. & Näätänen, R. (1991). Right-hemisphere dominance of different mismatch negativities. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 78, 466 - 479.
- Palmer, R. L. (1987). Bulimia: The nature of the syndrome, its epidemiology and its treatment. In R. A. Boakes, D. A. Popplewell, M. J. Burton, *Eating Habits: Food, physiology and learned behaviour*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Pause, B. M. (1994). *Die zentralnervöse Geruchsverarbeitung beim Menschen: Zur Differenzierung endogener und exogener Modulatoren der geruchsevozierten Hirnstromaktivität*. Bonn: Holos.
- Pause, B. M. (2002). Human brain activity during the first second after odor presentation. In C. Rouby, B. Schaal, D. Dubois, R. Gervais & A. Holley (Eds.), *Olfaction, taste and cognition* (309 – 323). Cambridge: Cambridge University Press.
- Pause, B. M. & Krauel, K. (2000). Chemosensory event-related potentials (CSERP) as 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., 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. (1999). Sensitivity to androstenone in female subjects is associated with an altered brain response to male body odor. *Physiology and Behavior*, 68, 129 - 137.
- Pause, B. M., Sojka, B., Krauel, K., Fehm-Wolfsdorf, G. & Ferstl, R. (1996b). Olfactory information processing during the course of the menstrual cycle. *Biological Psychology*, 44, 31 - 54.
- Pause, B. M., Sojka, B., Krauel, K. & Ferstl, R. (1996a). The nature of the late positive complex within the olfactory event-related potential. *Psychophysiology*, 33, 376 - 384.

- Pause, B. M., Sojka, B. & Ferstl, R. (1997). Central processing of odor concentration is a temporal phenomenon as revealed by chemosensory event-related potentials (CSERP). *Chemical Senses*, 22, 9 - 26.
- Perpiná, C., Hemsley, D., Treasure, J., De Silva, P., (1993). Is the selective information processing of food and body words specific to patients with eating disorders? *International Journal of Eating Disorders*, 14 (3), 359 - 366.
- Piacentini, A., Schell, A. M. & Vanderweele, D. A. (1993). Restrained and nonrestrained eaters orienting responses to food and nonfood odors. *Physiology & Behavior*, 53, 133 - 138.
- Pirke, K. M. & Laessle, R. G. (1993). Restrained eating. In A. J. Stunkard & T. A. Wadden (Eds.), *Obesity: Theory and Therapy (2nd edition)*; 151 - 162). New York: Raven Press.
- Pivik, R. T., Broughton, R. J., Coppola R., Davidson, R. J., Fox, N. & Nuwer, M. R. (1993). Guidelines for the recording and quantitative analysis of electroencephalographic activity in research contexts. *Psychophysiology*, 30, 547 - 558.
- Pizzagalli, D., Regard, M. & Lehmann, D. (1999). Rapid emotional face processing in the human right and left brain hemispheres: An ERP study. *Neuroreport*, 10, 2691 - 2698.
- Plattig, K.-H. (1992). Gustatorisches und olfaktorisches System In P. Deetjen & E.-J. Speckmann (Hrsg.), *Physiologie* (130 - 136). München: Urban & Schwarzenberg.
- Plihal, W., Haenschel, C., Hachl, P., Born, J. und Pietrowsky, R. (2001). The effect of food deprivation on ERP during identification of tachistoscopically presented food-related words. *Journal of Psychophysiology*, 15, 163 - 172.
- Pliner, P. (1973a). Effects of cue salience on the behavior of obese and normal subjects. *Journal of Abnormal Psychology*, 82 (2), 226 - 232.
- Pliner, P. (1973b). Effects of external cues on the thinking behavior of obese and normal subjects. *Journal of Abnormal Psychology*, 82 (2), 233 - 238.
- Pliner, P., Meyer, P. & Blankstein, K. (1974). Responsiveness to affective stimuli by obese and normal individuals. *Journal of Abnormal Psychology*, 83 (1), 74 - 80.
- Plutchik, R. (1976). Emotions related to being overweight. *Journal of Clinical Psychology*, 32 (1), 21 - 24.
- Polich, J., Eischen, S. E. & Collins, G. E. (1994). P300 from a single auditory stimulus. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 92, 253 - 261.
- Polivy, J. (1976). Perception of calories and regulation of intake in restrained and unrestrained subjects. *Addictive Behaviors*, 1, 237 - 243.
- Polivy, J. (1978). Anorexics as overly restrained eaters. Paper presented at the annual meeting of the American Psychological Association. Toronto.

- Polivy, J. & Herman, C. P. (1976). Clinical depression and weight change: A complex relation. *Journal of Abnormal Psychology*, 85 (3), 338 - 340.
- Polivy, J. & Herman, C. P. (1985). Dieting and bingeing: A causal analysis. *American Psychologist*, 40 (2), 193 - 201.
- Polivy, J. & Herman, C. P. (1986). The effects of self-attention and public attention on eating in restrained and unrestrained subjects. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50 (6), 1253 - 1260.
- Polivy, J. & Herman, C. P. (1987). Diagnosis and treatment of normal eating. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 55 (5), 635 - 644.
- Polivy, J., Herman, C. P. & McFarlane, T. (1994). Effects of Anxiety on eating: Does palatability moderate distress-induced overeating in dieters? *Journal of Abnormal Psychology*, 103 (3), 505 - 510.
- Polivy, J., Herman, C. P. & Warsh, S. (1978). Internal and external components of emotionality in restrained and unrestrained eaters. *Journal of Abnormal Psychology*, 87 (5), 497 - 504.
- Polivy, J., Herman, C. P., Younger, J. C. & Erskine, B. (1979). Effects of a model on eating behavior: The induction of a restrained eating style. *Journal of Personality*, 47 (1), 100 - 117.
- Polivy, J., Zeitlin, S. B., Herman, C. P. & Beal, A. L. (1994). Food restriction and binge eating: A study of former prisoners of war. *Journal of Abnormal Psychology*, 103, (2), 409 - 411.
- Pudel, V., Metzdorff, M. & Oetting, M. (1975). Zur Persönlichkeit Adipöser in psychologischen Tests unter Berücksichtigung latent Fettsüchtiger. *Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychoanalyse*, 21, 345 – 361.
- Pudel, V. & Westenhöfer, J. (1989). *Fragebogen zum Essverhalten. Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe.
- Pudel, V. & Westenhöfer, J. (1998) *Ernährungspsychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Pritchard, W. S. (1981). Psychophysiology of the P300. *Psychological Bulletin*, 89, 506 - 540.
- Ricciardelli, L. A. & Williams, R. J. (1997). A Two-Factor Model of Dietary Restraint. *Journal of Clinical Psychology*, 53 (2), 123 - 131.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Canavan, A., Lutzenberger, W., & Birbaumer, N. (Eds.), (1989). *Slow Cortical Potentials and Behavior*. Baltimore: Urban & Schwarzenberger.
- Rodin, J. (1974a). Effects of distraction on the performance of obese and normal subjects. In S. Schachter & J. Rodin. *Obese Humans and Rats* (97 - 109). Potomac: Lawrence Erlbaum Associates / Halsted.

- Rodin, J. (1974b). Shock avoidance behavior in obese and normal subjects. In S. Schachter & J. Rodin. *Obese Humans and Rats* (21 - 24). Potomac: Lawrence Erlbaum Associates / Halsted.
- Rodin, J. (1975a). Causes and consequences of time perception differences in overweight and normal weight people. *Journal of Personality and Social Psychology*, 31 (5), 898 - 904.
- Rodin, J. (1975b). Effects of obesity and set point on taste responsiveness and ingestion in humans. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 89 (9), 1003 - 1009.
- Rodin, J. (1980.). The Externality Theory today. In A. J. Stunkard (Ed.), *Obesity*. (226 - 239). Philadelphia: W. B. Saunders.
- Rodin, J. (1981). Current state of the Internal-External Hypothesis for obesity. *American Psychologist*, 36 (4), 361 - 372.
- Rodin, J., Elman, D. & Schachter, S. (1974). Emotionality and obesity. In S. Schachter & J. Rodin. *Obese Humans and Rats* (15 - 20). Potomac: Lawrence Erlbaum Associates / Halsted.
- Rodin, J., Herman, C. P. & Schachter, S. (1974). Obesity and various tests of external sensitivity. In S. Schachter & J. Rodin. *Obese Humans and Rats* (89 - 96). Potomac: Lawrence Erlbaum Associates / Halsted.
- Rodin, J. & Slochower, J. (1974). Fat chance for a favor: Obese-Normal differences in compliance and incidental learning. *Journal of Personality and Social Psychology*, 29 (4), 557 - 565.
- Rodin, J. & Slochower, J. (1976). Externality in the nonobese: Effects of environmental responsiveness on weight. *Journal of Personality and Social Psychology*, 33 (3), 338 - 344.
- Rodin, J., Slochower, J. & Fleming, B. (1977). Effects of degree of obesity, age of onset, and weight loss on responsiveness to sensory and external stimuli. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 91 (3), 586 - 597.
- Rolls, E.T. (1996). The orbitofrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 351, 1433 - 1444.
- Rolls, E.T. & Baylis, L. L. (1994). Gustatory, olfactory, and visual convergence within the primate orbitofrontal cortex. *The Journal of Neuroscience*, 14, 5437 - 5452.
- Rolls, E. T., Chritchley , H. D., Mason, R. & Wakeman, E. A. (1996). Orbitofrontal cortex neurons: Role in olfactory and visual association learning. *Journal of Neurophysiology*, 75 (5), 1970 - 1981.
- Rolls, E. T. & Rolls, J. H. (1997). Olfactory sensory-specific satiety in humans. *Physiology and Behavior*, 61 (3), 461 - 473.

- Rolls, E. T., Yaxley, S. & Sienkiewicz, Z. J. (1990). Gustatory responses of single neurons in the caudolateral orbitalfrontal cortex of the macaque monkey. *Journal of Neurophysiology*, 64 (4), 1055 - 1066.
- Rosen, J. C. (1981). Effects of low-calorie dieting and exposure to diet-prohibited food on appetite and anxiety. *Appetite*, 2, 366 - 369.
- Ross, L. (1974). The effects of work and cue prominence on eating behavior. In S. Schachter & J. Rodin. *Obese Humans and Rats* (43 - 51). Potomac: Lawrence Erlbaum Associates / Halsted.
- Rote Liste Service GmbH. (2002). *Rote Liste*® 2002. Aulendorf: Editio Cantor Verlag.
- Rotenberg, K. J. & Flood, D. (1999). Loneliness, dysphoria, restraint, and eating behavior. *International Journal of Eating Disorders*, 25, 55 - 64.
- Rowland, N. E., Li, B.-H. & Morien, A. (1996). Brain mechanisms and the physiology of feeding.. In E. D. Capaldi (Ed.), *Why we eat what we eat: The psychology of eating* (173 - 204). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Royet, J. P., Hudry, J., Zald, D. H., Godinot, D., Gregoire, M. C., Lavenne, F., Costes, N. & Holley, A. (2001). Functional neuroanatomy of different olfactory judgments. *NeuroImage*, 13, 506 - 519.
- Royet, J. P., Koenig, O., Gregoire, M. C., Cinotti, L., Lavenne, F., Le Bars, D., Costes, N., Vigouroux, M., Farget, V., Sicard, G., Holley, A., Mauguière, F., Comar, D. & Froment, J.-C. (1999). Functional anatomy of perceptual and semantic processing for odors. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11 (1), 94 - 109.
- Royet, J. P., Zald, D. H., 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 topography study. *The Journal of Neuroscience*, 20 (20), 7752 - 7759.
- Ruderman, A. J. & Wilson, G. T. (1979) Weight, restraint, cognitions and counterregulation. *Behavior Research and Therapy*, 17, 581 - 590.
- Ruderman, A. J. (1983). The Restraint Scale: A psychometric investigation. *Behavior Research and Therapy*, 21 (3), 253 - 258.
- Ruderman, A. J. (1985a). Dysphoric mood and overeating: A test of Restraint Theory's disinhibition hypothesis. *Journal of Abnormal Psychology*, 94 (1), 78 - 85.
- Ruderman, A. J. (1985b). Restraint, obesity and bulimia. *Behavior Research and Therapy*, 23 (2), 151 - 156.
- Ruderman, A. J. (1986). Dietary restraint: A theoretical and empirical review. *Psychological Bulletin*, 99 (2), 247 - 262.
- Ruderman, A. J., Belzer, L. J. & Halperin, A. (1985). Restraint, anticipated consumption, and overeating. *Journal of Abnormal Psychology*, 94 (4), 547 - 555.

- Ruderman, A. J. & Christensen, H. (1983). Restraint theory and its applicability to overweight individuals. *Journal of Abnormal Psychology*, 92 (2), 210 - 215.
- Rugg, M. & Coles, M. (Eds.), (1995). *Electrophysiology of Mind, event-related brain potentials and cognition*. Oxford: Oxford Psychology series No. 25, Oxford University Press.
- Sams, M., Paavilainen, P., Alho, K. & Näätänen, R. (1985). Auditory frequency discrimination and event-related potentials. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 62, 437 - 448.
- Sarfarazi, M., Cave, B., Richardson, A., Behan, J. & Sedgwick, E. M. (1999). Visual event related potentials modulated by contextually relevant and irrelevant olfactory primes. *Chemical Senses*, 24, 145 - 154.
- Saß, H., Wittchen, H.-U. & Zaudig, M. (1996). *Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen (4. Auflage)*. Deutsche Bearbeitung der englischsprachigen Originalversion: American Psychiatric Association (APA), *Diagnostical and Statistical Manual for Mental Diseases*. Göttingen: Hogrefe.
- Schab, F. R. & Cain, W. S. (1991). Memory for odors. In D. G. Laing, R. L. Doty & W. Breipohl (Eds.), *The human sense of smell* (216 – 240). Berlin: Springer Verlag.
- Schachter, S. (1968). Obesity and eating. *Science*, 161, 751 - 756.
- Schachter, S. (1971a). *Emotion, Obesity and Crime*. New York: Academic Press.
- Schachter, S., (1971b). Some extraordinary facts about obese humans and rats. *American Psychologist*, 26 (2), 129 - 144.
- Schachter, S. & Friedman, L. N. (1974). The effects of work and cue prominence on eating behavior. In S. Schachter & J. Rodin. *Obese Humans and Rats* (11 - 14). Potomac: Lawrence Erlbaum Associates / Halsted.
- Schachter, S. & Friedman, L. N. & Handler, J. (1974). Who eats with chopsticks? In S. Schachter & J. Rodin. *Obese Humans and Rats* (61 - 64). Potomac: Lawrence Erlbaum Associates / Halsted.
- Schachter, S., Goldman, R. & Gordon, A. (1968). Effects of fear, food deprivation, and obesity on eating. *Journal of Personality and Social Psychology*, 10 (2), 91 - 97.
- Schachter, S. & Gross, L. P. (1968). Manipulated time and eating behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 10 (2), 98 - 106.
- Schachter, S & Rodin, J. (1974). *Obese Humans and Rats*. Potomac: Lawrence Erlbaum Associates / Halsted.
- Schafe, G. E. & Bernstein, I. L. (1996). Taste aversion learning. In E. D. Capaldi (Ed.), *Why we eat what we eat: The psychology of eating* (31 – 52). Washington, D.C.: American Psychological Association.

- Schellinck, H., Rooney, E. & Brown, E. (1995). Odors of individuality of germfree mice are not discriminated by rats in a habituation-dishabituation procedure. *Physiology & Behavior*, 57 (5), 1005 - 1008.
- Schiffman, S. S. (1977). Food Recognition by the elderly. *Journal of Gerontology*, 32 (5), 586 - 592.
- Schiffman, S. S. (2000). Intensification of sensory properties of foods for the elderly. *Journal of Nutrition*, 130, 927S - 930S.
- Schiffman, S. S., Moss, J. & Erickson, R. (1976). Thresholds of food odors in the elderly. *Experimental Aging Research*, 2 (5), 389 - 398.
- Schiffman, S. S. & Warwick, Z. S. (1993). Effect of flavor enhancement of foods for the elderly on nutritional status: Food intake, biochemical indices, and antropometric measures. *Physiology & Behavior*, 53, 395 - 402.
- Schiffman, S. S. & Warwick, Z. S. (1989). Use of flavor amplified foods to improve nutritional status in elderly persons. In C. Murphy (Ed.), *Nutrition and the Chemical Senses in Aging: Recent Advances and Current Research Needs. Annals of the New York Academy of Sciences*, 561, 267 - 277.
- Schröger, E. (1995). Processing of auditory deviants with changes in one versus two stimulus dimensions. *Psychophysiology*, 32, 55 - 65.
- Schröger, E. (1996). A neural mechanism for involuntary attention shifts to changes in auditory stimulation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 527 - 539.
- Schröger, E. (1998). Measurement and interpretation of the mismatch negativity. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 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. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, 41, 441 - 449.
- Semlitsch, H. V., Anderer, P., Schuster, P. & Presslich, O. (1986). A solution for reliable and valid reduction of ocular artifacts, applied to the P300 ERP. *Psychophysiology*, 23, 695 - 703.
- Shepherd, G. M. (1994). Discrimination of molecular signals by the olfactory receptor neuron. Review. *Neuron*, 13, 771 - 790.
- Shepherd, G. M. & Greer, C. A. (1998). Olfactory Bulb. In G. M. Shepherd (Ed.), *The Synaptic Organization of the Brain* (159 – 204). New York: Oxford University Press.

- Shiple, M. & Reyes, P. (1991). Anatomy of the human olfactory bulb and central olfactory pathways. In D. G. Laing, R. L. Doty & W. Breipohl (Eds.), *The human sense of smell* (29 – 60). Berlin: Springer Verlag.
- Silver, W. L. & Finger, T. E. (1991). The trigeminal system. In T.V. Getchell, R. L. Doty, L. M. Bartoshuk & J. B. Snow (Eds.), *Smell and Taste in Health and Disease* (97 - 108). New York: Raven Press.
- Simons, R. F., Graham, F. K., Miles, M. A. & Xun, C. (2001). On the relationship of P3a and novelty P3. *Biological Psychology*, 56, 207 - 218.
- Sims, E. A. H. (1976). Experimental obesity, dietary-induced thermogenesis, and their clinical implications. *Clinics in endocrinology and metabolism*, 5, 377 - 395.
- Singh, P., Brown, R. & Roser, B. (1987). MHC antigens in urine as olfactory recognition cues. *Nature*, 327, 161-164.
- Singh, P., Brown, R. & Roser, B. (1988). Class I transplantation antigens in solution in body fluids and in the urine. *The Journal of Experimental Medicine*, 168, 195-211.
- Sjöström, L. (1980). Fat cells and body weight. In A. J. Stunkard (Ed.), *Obesity*. (72 - 100). Philadelphia: W. B. Saunders.
- Sjöström, L. (1993). Impacts of body weight, body composition, and adipose tissue distribution on morbidity and mortality. In A. J. Stunkard & T. A. Wadden (Eds.), *Obesity: Theory and Therapy* (2nd edition; 13 - 42). New York: Raven Press.
- Small, D. M., Jones-Gotsman, M., Zatorre, R. J., Petrides, M. & Evans, A. C. (1997). Flavor processing: More than the sum of its parts. *Neuroreport*, 8, 3913 - 3917.
- Small, D. M., Zatorre, R. J., Dagher, A., Evans, A. C. & Jones-Gotsman, M. (2001). Changes in brain activity related to eating chocolate: From pleasure to aversion. *Brain*, 124, 1720 - 1733.
- Smith, D. V. & Margolskee, R. F. (2001). Das Geheimnis des Geschmackssinns. *Spektrum der Wissenschaft*, Juli 2001, 38 - 46.
- Snyder, E., Hillyard, S. A. & Galambos, R. (1980). Similarities and Differences among the P3 waves on detected signals in three modalities. *Psychophysiology*, 17 (2), 112 - 122.
- Sobel, N., Prabharakan, V., Desmond, J. E., Glover, G. H., Goode, R. L., Sullivan, E. V. & Gabrieli, J. D. E. (1998). Sniffing and smelling: Separate subsystems in the human olfactory cortex. *Nature*, 392, 282 - 286.
- Sobel, N., Prabharakan, V., Zhao, Z., Desmond, J. E., Glover, G. H., Sullivan, E. V. & Gabrieli, J. D. E. (2000). Time course of odorant-induced activation in the human primary olfactory cortex. *Journal of Neurophysiology*, 83, 537 - 551.
- Spencer, J. A., Fremouw, W. J. (1979). Binge Eating as a function of restraint and weight classification. *Journal of Abnormal Psychology*, 88 (3), 262 - 267.

- 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.
- Spencer, K. M., Dien, J. & Donchin, E. (2001). Spatiotemporal analysis of the late ERP responses to deviant stimuli. *Psychophysiology*, 38, 343 - 358.
- Spreen, O. & Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms and commentary (2nd edition)*. New York: Oxford University Press.
- Spitzer, R. L., Williams, J. B. W., Gibbon, M. & First, M. B. (1990). *The Structured Clinical Interview for DSM III-R, Patient Edition, SCID*. Washington D. C.: American Psychiatric Press.
- Staiger, P., Dawe, S. & Mc Carthy, R. (2000). Responsivity to food cues in bulimic women and controls. *Appetite*, 35, 27 – 33.
- Steere, J. & Cooper, P. J. (1993). The Effects on eating of dietary restraint, anxiety, and hunger. *International Journal of Eating Disorders*, 13 (2), 211 - 219.
- Stroop, P. J. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643 - 661.
- Stunkard, A. J. & Fox, S. (1971). The relationship of gastric motility and hunger. A summary of the evidence. *Psychosomatic Medicine*, 33 (2), 123 - 134.
- Stunkard, A. J. & Messick, S. (1985). The three factor eating questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition and hunger (TFEQ). *Journal of Psychosomatic Research*, 29, 71 - 83.
- Sugg, M. J. & Polich, J. (1995). P300 from auditory stimuli: Intensity and frequency effects. *Biological Psychology*, 41, 255 - 269.
- Sunday, S. R., Halmi, K. A. & Pierce, B. D. (1989). Cognitive sets toward foods: Eating disorders versus restrained and unrestrained eaters. In L. H. Schneider, S. J. Cooper & K. A. Halmi (Eds.), *The psychobiology of human eating disorders: Preclinical and clinical perspectives*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 575, 575- 577.
- Sutton, S., Braren, M., Zubin, J. & John, E. R. (1965). Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150, 1187 - 1188.
- Sutton, S., Tueting, P., Zubin, J. & John, E. R. (1967). Information delivery and the sensory evoked potential. *Science*, 155, 1436 - 1439.
- 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.
- Thesen, T. & Murphy, C. (2001). Age-related changes in olfactory processing detected with olfactory event-related brain potentials using velopharyngeal closure and natural breathing. *International Journal of Psychophysiology*, 40, 119 - 127.

- Thews, G. & Vaupel, P. (2001). *Vegetative Physiologie (4. überarbeitete Auflage)*. Berlin: Springer Verlag.
- Thiele, V. & Kobal, G. (1984). Vergleich der objektiven und subjektiven Methoden olfaktometrischer Bestimmungen – Beispiel H₂S. *Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW*, 59, 41 - 47.
- Tomarken, A. J. & Kirschenbaum, D. S. (1984). Effects of plans for future meals on counterregulatory eating by restrained and unrestrained eaters. *Journal of Abnormal Psychology*, 93 (4), 458 - 472.
- Tuschl, R. J. (1990). From dietary restraint to binge eating: Some theoretical considerations. *Appetite*, 14, 105 - 109.
- Tuschl, R. J., Laessle, R. G., Platte, P. & Pirke, K. M. (1990). Differences in food-choice frequencies between restrained and unrestrained eaters. *Appetite*, 14, 9 - 13.
- Vogel, E. K. & Luck, S. J. (2000). The visual N1 component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology*, 37, 190 - 203.
- Wardle, J. & Beales, S. (1987). Restraint and food intake: An experimental study of eating patterns in the laboratory and in normal life. *Behavior Research and Therapy*, 25 (3), 179 - 185.
- Wardle, J. & Beinart, H. (1981). Binge eating: A theoretical review. *British Journal of Clinical Psychology*, 20, 97 - 109.
- Wesensten, N. J. & Badia, P. (1992). Time of day and semantic category effects on late components of the visual ERP. *Biological Psychology*, 33 (2-3), 173 - 193.
- Williams, J. B. W., Gibbon, M., First, M. B., Spitzer, R. L., Davies, M., Borus, J., Howes, M. J., Kane, J., Pope, H. G., Rousaville, B., Wittchen, H.-U. (1992). The Structured Clinical Interview for DSM-III-R (SCID). Multisite test-retest reliability. *Archives of General Psychiatry*, 49, 630 - 636.
- Wittchen, H.-U. & Unland, H. (1991). Neue Ansätze zur Symptomerfassung und Diagnosestellung nach ICD-10 und DSM III-R: Strukturierte und standardisierte Interviews. Überblicksartikel. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, 20 (4), 321 - 342.
- Wittchen, H.-U., Wunderlich, U., Gruschwitz, S. & Zaudig, M. (1997). *Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV, Achse I: Psychische Störungen*. Interviewheft und Beurteilungsheft. Göttingen, 1997: Hogrefe.
- Wittchen, H.-U., Zaudig, M. & T. Fydrich. (1997). *Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV, Achse I und II: Handanweisung*. Göttingen, 1997: Hogrefe.
- Wittchen, H.-U., Zaudig, M., Spengler, P., Mombour, W., Hiller, W., Essau, C. A., Rummeler, R., Spitzer, R. L. & Williams, J. B. W. (1991). Wie zuverlässig ist operationalisierte Diagnostik? Die Test-Retest-Reliabilität des Strukturierten Klinischen Interviews für DSM-III-R. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, 20 (2), 136 - 153.

- Wooley, O. W. (1971). Long-term food regulation in the obese and nonobese. *Psychosomatic Medicine*, 33 (5), 436 - 444.
- Wooley, O. W., Wooley, S. C. & Woods, W. A. (1975). Effects of calories on appetite for palatable food in obese and nonobese humans. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 89 (6), 619 - 625.
- Wooley, S. C. (1972). Physiological versus cognitive factors in short term food regulation in the obese and nonobese. *Psychosomatic Medicine*, 34 (1), 62 - 68.
- Wooley, S. C. & Wooley, O. W. (1973). Salivation to the sight and thought of food: A new measure of appetite. *Psychosomatic Medicine*, 35 (7), 136 - 142.
- Wysocki, C. J. & Pelchat, M. L. (1993). The effects of aging on the human sense of smell and its relation to food choice. *Critical reviews in food sciences and nutrition*, 33 (1), 63 - 82.
- Yaremko, R. M., Fisher, M. L. & Price, J. M. (1975). Pavlovian galvanic skin response conditioning in overweight and normal weight women. *Journal of Abnormal Psychology*, 84 (4), 429 - 432.
- Yousem, D. M., Williams, S. C. R., Howard, R. O., Andrew, C., Simmons, A., Allin, M., Geckle, R. J., Suskind, D., Bullmor, E. T., Brammer, M. J. & Doty, R. L. (1997). Functional MR Imaging during odor stimulation: Preliminary data. *Neuroradiology*, 204 (3), 833 - 838.
- 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. (1990). Right-nostril advantage for discrimination of odors. *Perception & Psychophysics*, 47, 526 - 531.
- Zatorre, R. J. & Jones-Gotman, M. (2000). Functional imaging of the chemical senses. In A. W. Toga, J. C. Mazziotta & R. S. J. Frackowiak. *Brain Mapping, The Systems* (403 - 424). San Diego: Academic Press.
- Zatorre, R. J., Jones-Gotman, M., Evans, A. C. & Meyer, E. (1992). Functional localization and lateralization of human olfactory cortex. *Nature*, 360, 339 - 340.
- Zilles, K. & Rehkämper, G. (1998). *Funktionelle Neuroanatomie. Lehrbuch und Atlas*. Berlin: Springer Verlag.

9 ANHANG

Anhang A: Versuchsmaterial für die Vorstudien

Anhang B: Versuchsmaterial für die Hauptstudie

Anhang C: Informationen zu den Versuchsteilnehmern

Anhang D: Informationen zu den verwendeten Stimuli

Anhang A: Versuchsmaterial für die Vorstudien

A1 Versuchsprotokoll für die Vorstudie zur Auswahl der Düfte

A2 Versuchsprotokoll für die Vorstudie zur Auswahl der Bilder

A3 Übersicht über alle verwendeten Bilder mit Bezugsquelle

A4 Reihenfolge der Bilder in den einzelnen Präsentationsblöcken

A2**FRAGEBOGEN ZUR BILD-STUDIE**

Datum: _____ Uhrzeit: _____ Vp.-Nr: _____ Alter: _____

Hunger: „Wie hungrig fühlst Du Dich zur Zeit?“

Bitte umkreise die Zahl, die Deinem Hungergefühl zur Zeit am besten entspricht:

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9
gar nicht sehr

Wann hast Du das letzte Mal etwas gegessen? um ca. Uhr

Was hast Du gegessen?

Nach dem 1. Teil:

Gab es ein Bild, das Dir am besten gefallen hat?

Welches?

Warum?

Gab es ein Bild, das Du am unangenehmsten fandst?

Welches?

Warum?

Wie hungrig fühlst Du Dich jetzt am Ende des 1. Teils der Studie

Bitte umkreise die Zahl, die Deinem Hungergefühl zur Zeit am besten entspricht:

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9
gar nicht sehr

Denkst Du, daß sich Dein Hungergefühl aufgrund der Bilder verändert haben könnte?

ja nein weiß nicht

Falls ja: Wie hoch schätzt Du den Einfluß der Bilder auf Dein Hungergefühl ein?

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9
gar nicht hoch

Nach dem 2. Teil:

Gab es ein Bild, das Dir am besten gefallen hat?

Welches?

Warum?

Gab es ein Bild, das Du am unangenehmsten fandst?

Welches?

Warum?

Wie hungrig fühlst Du Dich jetzt am Ende des 2. Teils der Studie

Bitte umkreise die Zahl, die Deinem Hungergefühl zur Zeit am besten entspricht:

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9
gar nicht sehr

Denkst Du, daß sich Dein Hungergefühl aufgrund der Bilder verändert haben könnte?

ja nein weiß nicht

Falls ja: Wie hoch schätzt Du den Einfluß der Bilder auf Dein Hungergefühl ein?

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9
gar nicht hoch

A3**ÜBERSICHT ÜBER ALLE VERWENDETEN BILDER MIT BEZUGSQUELLE**

KATEGORIE LANDSCHAFT			
Bezeichnung	Beschreibung	Dateiname	Nr.
IAPS-Bilder:			
Blumenhaus	bewachsenes Haus, weiße Bank, rosarote Blumen	bHaus_1.bmp	5779
Blumenstrauß	großer bunter Blumenstrauß	bStrauss.bmp	5001
Blumentür1	blaue Tür mit Blumen, Bildausschnitt linke Seite	bTuerl.bmp	5731
Blumentür2	blaue Tür mit Blumen, Bildausschnitt unterer Teil	bTuerq.bmp	5731
Blumentür3	blaue Tür mit Blumen, Bildausschnitt rechte Seite	bTuerr.bmp	5731
Blumenweg1	Steinweg, Bildausschnitt rechts vergrößert	bWega.bmp	5220
Blumenweg2	Steinweg, Bildausschnitt rechts weiter vergrößert	bWegab.bmp	5220
Blumenwiese	Blumenwiese am See	bSee.bmp	5760
Gartenblumen1	viele bunte Gartenblumen	bGarten_B.bmp	5200
LilaBlüten1	zwei lila Blüten, Großaufnahme	blila_B.bmp	5010
RosaBlumen1	rosa Blumen in der Sonne	bBlume1.bmp	5000
RoteBlumen	rote Blumen	brote_B.bmp	5020
Schmetterling1	blauer Schmetterling auf roter Blume	bSchmetterl1.bmp	1602
Schmetterling2	bunter Schmetterling auf gelber Blume	bSchmetterl2.bmp	1603
Schmetterling3	roter Schmetterling auf rosa Blume	bSchmetterl3.bmp	1604
SprenkelBlüte	gesprenkelte Blüte, Großaufnahme	bSprenkel_B.bmp	5030
Wiese1	Wiese mit Bäumen im Frühling, Bildausschnitt rechts	bWieseba.bmp	5201
Wiese2	Wiese mit Bäumen im Frühling, Bildausschnitt rechts vergrößert	bWiesebab.bmp	5201
Wiesenblumen	verschiedene Wiesenblumen, Bildausschnitt vergrößert	ver-bBlume2gr.bmp	5849
Eigene Bilder:			
Gartenblumen2	bunte Gartenblumen auf dem Campus	bInstitut1.bmp	
GelbeBlumen	gelbe Blumen auf dem Campus	bgelbe_B.bmp	
LilaBlüten2	große, hängende lila Blüten auf dem Campus	blila_B2.bmp	
LilaBlüten3	kleine lila Blüten auf dem Campus	blila_B3.bmp	
Mohnfeld	große Wiese voller roter Mohnblumen	bMohnfeld.bmp	
RosaBlumen2	rosa Blumen auf dem Campus	bInstitut2.bmp	
RosaBlüte	rosa Blüte, Hintergrund weiß	bBlumeHR.bmp	
Rose1	rosa Rose, Hintergrund grün	bRose1.bmp	
Rose2	hellrosa Rose, Großaufnahme, Hintergrund bunt	bRose2.bmp	
Schmetterling4	dunkler Schmetterling auf rosa Blüte	bSchmetterl4.bmp	
Sonnenblume	große Sonnenblume vor blauem Himmel	bSonnen_B.bmp	
Tulpen	zwei rote Tulpen	bTulpe.bmp	
Wiese3	Wiese mit weißblühenden Bäumen	bWiesea.bmp	
Wiese4	Wiese mit weißen, gelben und lila Blumen	bWiesec.bmp	

KATEGORIE EKEL			
Bezeichnung	Beschreibung	Dateiname	Nr.
IAPS-Bilder:			
Küchenschabe	große schwarze Küchenschabe auf Pizza	ePizza.bmp	7380
Eigene Bilder:			
AlteSchokolade	zermatschte Schokolade mit Zigarettenstummeln	eSchoko.bmp	
BrauneBananen	braune Bananen auf Küchenhandtuch	eBanane.bmp	
BrauneMöhren	zwei Möhren mit braunen Stellen neben Sparschäler	eMoehre1.bmp	
BraunerApfel1	angebissener, brauner Apfel	eApfel1.bmp	
BraunerApfel2	angebissener, brauner Apfel, anderer Blickwinkel	eApfel2.bmp	
FauleÄpfel	braune Papiertüte mit vergammelnden Äpfeln	eTuete.bmp	
FauleBirne	braune , z.T. matschige Birne in Glasschale	eBirne.bmp	
FaulePflaumen	matschige Pflaumen in Metallschale	ePflaume.bmp	
FaulesGemüse	braune Möhren und matschige Paprika in weißer Dose	eGemuese.bmp	
Hummel1	Hummel krabbelt auf Schokolade, Ansicht von vorne	eHummel1a.bmp	
Hummel2	Hummel krabbelt auf Schokolade, Ansicht von der Seite	eHummel2a.bmp	
Kellerassel	Kellerassel auf Weingummi	eAssel.bmp	
Schimmelbrot1	Mischbrote, leicht verschimmelt	eBrot1.bmp	
Schimmelbrot2	Mischbrote, leicht verschimmelt, Bildausschnitt vergrößert	eBrot1gr.bmp	
Schimmelbrot3	stark verschimmeltes Stück Brot auf Alufolie	eBrot2.bmp	
Schimmelbrot4	stark verschimmeltes Schwarzbrot neben umgekippter Tasse	eBrot3.bmp	
Schimmelbrötchen	ein Brötchen mit grünem Schimmel, Hintergrund rot	eBroetchen.bmp	
Schimmelfrüchte1	zwei verschimmelte Früchte, Hintergrund weiß	eFruechte.bmp	
Schimmelfrüchte2	verschimmelte Orangen in Glasschale auf gelber Serviette	eObst2.bmp	
Schimmelfrüchte3	ein frischer neben zwei verschimmelten Pfirsichen	ePfirsich.bmp	
Schimmelkäse1	Quark und verschimmelter Käse	eAufschnitt.bmp	
Schimmelkäse2	verschimmelter Käse mit Ungeziefer	eKaese2.bmp	
Schimmelkirschen	Kirschen zwischen Kernen und Schimmel	eKirschen.bmp	
Schimmelmöhre	Möhre in verschimmeltem Joghurtbecher	eMoehre2.bmp	
Schimmelquark1	verschimmelter Quark und Bananenschale	eMuell.bmp	
Schimmelquark2	verschimmelter Quark mit Zigarettenkippen	eZig.bmp	
Schimmel-Sandwich	verschimmeltes Sandwich auf schmutzigem Teller	eTeller.bmp	
Schimmeltomaten1	vier verschimmelte Tomaten von oben	eTomate1.bmp	
Schimmeltomaten2	verschimmelte Tomate, Großaufnahme	eTomate2.bmp	
Schimmeltrauben	braune und verschimmelte Weintrauben	eTraube.bmp	
Schimmelwurst	verschimmelte Wurst mit Ungeziefer	eWurst.bmp	
ToteMaus1	Gummibärchen mit verwesender Maus	eMaus1.bmp	
ToteMaus2	Gummibärchen mit verwesender Maus, anderer Blickwinkel	eMaus2.bmp	
ToteWespe	tote Wespe auf gelbem Bonbon	eWespe.bmp	

KATEGORIE HERZHAFT			
Bezeichnung	Beschreibung	Dateiname	Nr.
IAPS-Bilder:			
Cheeseburger	Cheeseburger	hCheeseburger.bmp	7450
Nudeln	dampfende Nudeln im Topf, Käse, Gemüse	hNudeln.bmp	7480
Pizza1	Pizzastück auf Blech	hPizza1.bmp	7352
Pizza2	große Pizza, einzelne Stücke unterschiedlich belegt	hPizza2.bmp	7350
Pizza3	große belegte Pizza	hPizza3.bmp	7351
PommesFrites1	Pommes frites in roter Schachtel, Bildausschnitt vergrößert	hMacDo.bmp	7460
Truthahn	Truthahn und Torte	hTurkey.bmp	7230
Eigene Bilder:			
Backkartoffeln	überbackene Kartoffeln mit Käse und Spinat	hKartoffeln.bmp	
Bratkartoffeln1	Pfanne mit Kartoffelstücken und Creme fraiche	hKartoff1.bmp	
Bratkartoffeln2	Bratkartoffeln in Pfanne	hKartoff2.bmp	
Bratkartoffeln3	Pfanne mit Kartoffeln und Gemüse	hKartoffel_P.bmp	
Brote1	verschiedene Brot- und Brötchensorten	hBrote.bmp	
Butterbrot1	Haferbrot mit Butter	hBrButter.bmp	
Butterbrot2	Haferbrot mit Butter, Bildausschnitt vergrößert	hBrButtergr.bmp	
Eiersalat	hartgekochte Eier mit Tomaten und Schinken	hEiersalat.bmp	
Eintopf	Eintopf	hEintopf.bmp	
Fleischpfanne	Pfanne mit mehreren Fleischstücken	hFleisch_P.bmp	
Frikadellen	zwei Frikadellen auf Rost	hFrikadelle.bmp	
Grillhuhn	Grillhuhn auf Rost	hGrillhuhn1.bmp	
Käseplatte1	Käseplatte mit Camembert und Wein	hKaese2.bmp	
Käseplatte2	Käseplatte mit vielen Käsesorten	hKaese3.bmp	
Käsetoast	überbackene Toasts mit Spinat & Käse	hKaese1.bmp	
Knabbergebäck	verschiedene Sorten Chips und Knabbergebäck	hChips.bmp	
Laugenbrezel	Laugenbrezel mit Butter	hBrezel.bmp	
Omelett	Pfanne mit Omelett	hOmlett.bmp	
PommesFrites2	Pommes frites, Großaufnahme, Hintergrund schwarz	hPommes.bmp	
Putenreis	Putenstücke mit Reising im Hintergrund	hPute.bmp	
Quarkbrot	Brot mit Quarkaufstrich, Bildausschnitt vergrößert	hBrQuarkgr.bmp	
Schinkenbrot1	Brot mit Schinkenbelag, Bildausschnitt vergrößert	hBrSchingr.bmp	
Schinkenbrot2	Brot mit Schinkenbelag	hBrSchinken.bmp	
Schinkenwurst	Schinkenwurst, Großaufnahme	hWurst.bmp	
Spiegeleier	drei Spiegeleier auf Teller	hSpiegelei.bmp	

KATEGORIE HERZHAFT			
Bezeichnung	Beschreibung	Dateiname	Nr.
Bilder der Arbeitsgruppe Hamm:			
Brote2	großes Brot und Brötchen mit Butter	hBrote2.bmp	
Fleisch	zwei Stücke Fleisch mit Soße auf Teller	hFleisch.bmp	
GefülltesGemüse	verschiedene Gemüsesorten mit Hackfleischfüllung	hGefuelltes.bmp	
Käse	großes Käsestück, Hintergrund dunkel	hKaese.bmp	
Käseplatte3	Käseplatte, Weintraubenschale, Hintergrund hell	hKaeseplatte.bmp	
Pizza4	vier unterschiedlich belegte Pizzaviertel	hPizza4.bmp	
Pizza5	große, vielfältig belegte Pizza	hPizza6.bmp	
PommesFrites3	Pommes frites in Schale	hPommes2.bmp	
PommesFrites4	Pommes frites und andere Kartoffelsnacks auf Blech	hPommes3.bmp	
Spaghetti1	Spaghetti mit Kräutern in Schale	hNudeln2.bmp	
Spaghetti2	Spaghetti Napoli auf Teller	hSpaghetti.bmp	

KATEGORIE SÜß			
Bezeichnung	Beschreibung	Dateiname	Nr.
IAPS-Bilder:			
Brownies	Brownies auf Blech	sBrownies.bmp	7200
Eisbecher	Eis mit Schokoladensoße	sEissosse.bmp	7330
Fruchteis	mehrere Sorten Fruchteis am Stiel	sWassereis.bmp	7390
Schokolade1	Schokoladentafel, z.T. in Verpackung	sSchokolade.bmp	7400
Schokoladeneis	Riesenportion Schokoladeneis	sSchokoeis.bmp	7340
Schokolinsen	M&Ms-Schokolinsen	sMMs.bmp	7410
Schokoriegel1	Schokoladenriegel, in der Mitte durchgeschnitten	sSnickers.bmp	7430
Schoko-Shake	Schokoladengetränk mit Sahne	sShake.bmp	7270
Tortenstück	Tortenstück mit Schokoladensoße	sTortenstueck.bmp	7260
Zuckerkuchen1	verschiedene Sorten bunter Zuckerkuchen	sZucker_K2.bmp	7220
Bilder der Arbeitsgruppe Hamm:			
Apfelstrudel	Apfelstrudel mit Mandeln	sStrudel.bmp	
Mokkastücke	Silbertablett mit Sahne-Mokka-Stücken	sTablett2.bmp	
Schokokuchen	Schokokuchen und Baisers auf rotem Tablett	sTablett1.bmp	
Schokolade2	Tafel Schokolade in Silberpapier	sSchoko1.bmp	
Schokoriegel2	viele Schokoriegel, z.T. aufgeschnitten	sSchokoriegel.bmp	

KATEGORIE SÜß			
Bezeichnung	Beschreibung	Dateiname	Nr.
Eigene Bilder:			
Apfelkuchen	Apfelkuchen	sApfel_K.bmp	
Beeren-Muffin	Muffin mit Vanillesoße und Heidelbeeren	sBeeren_M.bmp	
Bienenstich	vier Stücke Bienenstich auf Glasplatte	sBienenstich.bmp	
Butter-Muffin	Muffin mit Butter	sButter_M.bmp	
Creme-Muffin	Muffin mit Cremefüllung	sCreme_M.bmp	
Erdbeerrolle	Sahnerolle mit Erdbeeren	sRolle.bmp	
Fruchtkuchen	Früchtekuchen	sFrucht_K.bmp	
Mandarinentorte	braune Torte mit Mandarinen und Sahne	sOrangen_T.bmp	
Mohnkuchen	runde Mohnkuchen auf Schale	sMohn_K.bmp	
Mohrenkopf	großer Schokoladenkuchen, ein Stück mit Sahne	sMohr.bmp	
Mokka-Muffin	Mokka-Muffins mit Sahne	sMokka_M.bmp	
Müsli-Muffin	Müsli-Muffins mit Buttertöpfchen	sMuesli_M.bmp	
Obsttorte	Obsttorte, im Vordergrund zwei Schokoladen- getränke	sObst_T.bmp	
Pfannkuchen1	Pfannkuchen, mit Beeren in Pfanne dekoriert	sPfann_K.bmp	
Pfannkuchen2	viele Pfannkuchen auf einem Teller mit Marmelade	sPfann_K2.bmp	
Plätzchen	Butter-Zucker-Plätzchen auf weißer Schale	sPlaetz.bmp	
Pralinen	viele Trüffelpralinen auf Teller, von oben	sPraline.bmp	
Rosinenkuchen	großer runder Rosinenkuchen	sRosinen_K.bmp	
S_Sahnekuchen	Sahnekuchen mit Deko-Kirschen	sSahne_K.bmp	
Sahnetorte1	Torte, dekoriert mit Sahne und Beeren	sKuchen1.bmp	
Sandtorte	Sandtorte mit Rosinen	sSand_T.bmp	
Schichttorte	gelbe Schichttorte, ein Stück im Vordergrund	sSchicht_T.bmp	
Schoko-Muffin	dunkelbrauner Muffin mit Schoko-Creme	sSchoko_M.bmp	
Schokopudding	großer Schokoladenpudding mit Soße	sPudding.bmp	
Zitronen-Muffin	Muffins mit Zitronencreme	sZitronen_M.bmp	
Zuckerkuchen2	viele rosa und weiße Zuckerkuchen auf Tablett	sZucker_K.bmp	

A4**REIHENFOLGE DER BILDER IN DEN EINZELNEN PRÄSENTATIONSBLÖCKEN**

Block 1		Block 2		Block 3		Block 4	
1.	Laugenbrezel	1.	Wiese3	1.	Schokolade1	1.	Rosinenkuchen
2.	Käseplatte1	2.	Tulpen	2.	Schimmelmöhre	2.	Schmetterling1
3.	Schichttorte	3.	Müsli-Muffin	3.	Frikadellen	3.	Spiegeleier
4.	Sandtorte	4.	Schimmelbrötchen	4.	LilaBlüten1	4.	Schimmelfrüchte3
5.	Schinkenwurst	5.	Schinkenbrot2	5.	Butter-Muffin	5.	Käseplatte2
6.	Quarkbrot	6.	Käsetoast	6.	Schimmelbrot4	6.	Gartenblumen2
7.	Schmetterling2	7.	Schoko-Shake	7.	Eintopf	7.	Schimmelbrot2
8.	Schimmelkäse2	8.	Fleischpfanne	8.	Wiese1	8.	Pizza2
9.	Gartenblumen1	9.	BrauneBananen	9.	Eisbecher	9.	Blumenwiese
10.	Schimmelbrot1	10.	Beeren-Muffin	10.	Cheeseburger	10.	Schokolade2
11.	PommesFrites2	11.	Schokolinsen	11.	Blumenweg1	11.	Schimmelfrüchte2
12.	Hummel2	12.	FauleÄpfel	12.	Fruchteis	12.	Bratkartoffeln2
13.	Blumentür3	13.	Fruchtkuchen	13.	Creme-Muffin	13.	Mohrenkopf
14.	Schoko-Muffin	14.	RoteBlumen	14.	Schimmelfrüchte1	14.	Spaghetti2
15.	Rose1	15.	Spaghetti1	15.	Schmetterling3	15.	Erdbeerrolle
16.	Schimmelquark1	16.	Pizza1	16.	Schimmel-Sandw.	16.	Sonnenblume
17.	Bratkartoffeln1	17.	Schimmelbrot3	17.	Omelett	17.	Sahnetorte1
18.	Zuckerkuchen1	18.	Blumenstrauß	18.	Schokoriegel1	18.	Blumentür1
19.	Bienenstich	19.	GefülltesGemüse	19.	Knabbergebäck	19.	BrauneMöhren
						20.	Schokokuchen
Block 5		Block 6		Block 7		Block 8	
1.	Butterbrot1	1.	Apfelkuchen	1.	Apfelstrudel	1.	GelbeBlumen
2.	Zitronen-Muffin	2.	Schinkenbrot1	2.	Pizza4	2.	PommesFrites4
3.	Putenreis	3.	Brownies	3.	Blumenweg2	3.	Schimmeltrauben
4.	Pfannkuchen1	4.	Hummel1	4.	Nudeln	4.	Pfannkuchen2
5.	Mohnkuchen	5.	FaulesGemüse	5.	FaulePflaumen	5.	LilaBlüten2
6.	AlteSchokolade	6.	Mokka-Muffin	6.	Truthahn	6.	Schimmeltomaten1
7.	Bratkartoffeln3	7.	RosaBlumen2	7.	Schokoladeneis	7.	Käse
8.	Mandarinentorte	8.	Schimmelwurst	8.	ToteMaus1	8.	Fleisch
9.	SprenkelBlüte	9.	Pralinen	9.	Mohnfeld	9.	Plätzchen
10.	Kellerassel	10.	ToteWespe	10.	Grillhuhn	10.	BraunerApfel1
11.	Schimmelkäse1	11.	PommesFrites3	11.	PommesFrites1	11.	Brote2
12.	Wiesenblumen	12.	Sahnekuchen	12.	Schimmeltomaten2	12.	Pizza5
13.	Schmetterling4	13.	Blumentür2	13.	Butterbrot2	13.	Schimmelkirschen
14.	Eiersalat	14.	FauleBirne	14.	Küchenschabe	14.	Backkartoffeln
15.	Wiese2	15.	RosaBlüte	15.	RosaBlumen1	15.	Schimmelquark2
16.	Wiese4	16.	Blumenhaus	16.	Tortenstück	16.	Schokoriegel2
17.	ToteMaus2	17.	Pizza3	17.	BraunerApfel2	17.	Käseplatte3
18.	Zuckerkuchen2	18.	Mokkastücke	18.	LilaBlüten3		
19.	Brote1	19.	Rose2	19.	Obsttorte		
				20.	Schokopudding		

Anhang B: Versuchsmaterial für die Hauptstudie

B1 Unterlagen für die erste Sitzung

B1.1 Versuchsprotokoll

B1.2 Allgemeine Informationen für Versuchsteilnehmer

B1.3 Einverständniserklärung

B1.4 Fragebogen zum Essverhalten (FEV)

B1.5 Merkblatt für die EEG-Sitzung

B2 Unterlagen für die zweite Sitzung

B2.1 Versuchsprotokoll

B2.2 Fragebogen zum Duft- und Bildversuch

B2.3 Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (EPI)

B2.4 Fragebogen zur Händigkeit (*Annett Handedness Questionnaire*)

B1.1**VERSUCHSPROTOKOLL – 1. SITZUNG**

Datum: _____ **Vp-Nr:** _____ **V11:** _____

Zeit	Bemerkungen
1. Begrüßung der Vp	
2. Einführung in das Experiment Erklärung: Studie wozu, warum Vorführen der Geräte / Zeigen der Fotos: <ul style="list-style-type: none"> - Olfaktometer - Elektrodenkappe - Computer 	
3. Allgemeine Informationen für Versuchsteilnehmer	
4. Unterschreiben der Einverständniserklärung	
5. Vorführen der Düfte (nur auf Wunsch, immer nachfragen) <ul style="list-style-type: none"> - BA 1:50 - HI 1:50 - BI 1:50 - ZW 4gr / 5ml - PF 1: 50 - KA 1:50 - IBA 1:50 - PEA 1:50 - Eugenol 1: 50 - Linalool 1: 50 	
6. Diagnostisches Interview: SKID	
7. Ausfüllen des Fragebogens <ul style="list-style-type: none"> - FEV ⇔ 15 min 	
8. Foto aufnehmen	
9. Verabschiedung der Vp	

B1.2**Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Psychologie**

A. D. 1665

Dr. B. Pause und
Dipl.-Psych. C. Müller

Institut für Psychologie • Universität Kiel • D-24098 Kiel

D-24098 Kiel (Postfach)
Olshausenstraße 40
D-24118 Kiel (Zustelladresse)
Telefon 0431/880-2981
Durchwahl 0431/880-3675 / -2774
Telefax 0431/880-1559
e-mail bmpause@psychologie.uni-kiel.de
e-mail cmueller@psychologie.uni-kiel.de

ALLGEMEINE INFORMATIONEN FÜR VERSUCHSTEILNEHMEREinführung

In der vorliegenden Studie soll die Verarbeitung von Gerüchen und Bildern im Gehirn untersucht werden. Dabei werden Gerüche und Bilder von Lebensmitteln sowie Blumendüfte und Landschaftsaufnahmen dargeboten. Die Gerüche werden auch in der Lebensmittel- und Parfümherstellung benutzt und sind daher gesundheitlich unbedenklich.

Aufbau der Studie

Sie werden gebeten, zu zwei kurz aufeinanderfolgenden Sitzungen zu kommen.

In einer ersten Sitzung erhalten Sie genaue Informationen zu den verwendeten Arten von Düften und Bildern und zum Versuchsablauf. Dabei werden Ihnen auch alle benötigten Geräte gezeigt und genau erklärt.

Anschließend möchten wir Sie bitten, einige Fragebögen auszufüllen und in einem Interview Fragen zu ihrer Person zu beantworten.

In der zweiten Sitzung findet die eigentliche Duft- und Bildvorgabe statt, während der die natürliche bio-elektrische Hirnstromaktivität (EEG) aufgezeichnet wird.

Dafür wird eine Elektrodenkappe benutzt, so daß die Elektroden an bestimmten Punkten über der Kopfhaut liegen. Durch ein Elektrolyt-Gel wird ein Kontakt zwischen Kopfhaut und Elektrode hergestellt. Das Gel wurde speziell für diesen Zweck entwickelt und ist sehr

hautfreundlich. Es können jedoch bei sehr empfindlichen Personen leichte Hautirritationen auftreten. Zusätzlich werden zwei Elektroden neben und unter dem rechten Auge befestigt, um die Augenbewegungen aufzuzeichnen.

Zu Beginn der Sitzung wird anhand eines kurzen Geruchstests die aktuelle Geruchswahrnehmung erfaßt. Außerdem werden Größe und Gewicht erhoben.

Am Ende der Sitzung werden Sie gebeten, verschiedene Personen hinsichtlich ihrer Körpermaße mit einem Computerprogramm zu beurteilen. Da wir Sie bitten möchten, auch für sich selbst eine Einschätzung abzugeben, werden wir vorher ein Foto von Ihnen aufnehmen.

Jede Sitzung wird jeweils zwischen zwei und drei Stunden dauern.

Es steht Ihnen zu jedem Zeitpunkt frei, von dem Versuch ohne Angabe von Gründen zurückzutreten, ohne daß daraus für Sie irgendwelche negativen Folgen entstehen.

Datenschutz

Alle Daten, die wir von Ihnen erhalten, werden streng vertraulich und anonym behandelt. Die Veröffentlichung und Dokumentation finden ebenfalls nur unter Wahrung der Anonymität und unter Berücksichtigung des Bundesdatenschutzes statt.

B1.3**Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Psychologie**

A. D. 1665

Dr. B. Pause und
Dipl.-Psych. C. Müller

Institut für Psychologie • Universität Kiel • D-24098 Kiel

D-24098 Kiel (Postfach)
Olshausenstraße 40
D-24118 Kiel (Zustelladresse)
Telefon 0431/880-2981
Durchwahl 0431/880-3675 / -2774
Telefax 0431/880-1559
e-mail bmpause@psychologie.uni-kiel.de
e-mail cmueller@psychologie.uni-kiel.de

EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

Ich nehme freiwillig an einer EEG-Studie teil, in der die Wahrnehmung und Verarbeitung von Gerüchen und Bildern untersucht werden sollen.

Ich bin darüber unterrichtet worden, daß meine Daten streng vertraulich behandelt werden und ich jederzeit ohne Angabe von Gründen vom Versuch zurücktreten kann, ohne daß sich für mich daraus negative Folgen ergeben.

Die schriftlichen "Allgemeinen Informationen für Versuchsteilnehmer" habe ich erhalten und gelesen. Meine Fragen wurden ausreichend beantwortet.

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 nicht an einer chronischen körperlichen Erkrankung leide und bisher noch nie eine psychiatrische oder psychologische Therapie gemacht habe.

Name: _____

Anschrift: _____

Telefon
(freiwillig) _____

Unterschrift: _____

Datum: _____

B1.4

Fragebogen zum Eßverhalten (FEV)

von Volker Pudiel und Joachim Westenhöfer

Name: _____ Datum: _____

Lesen Sie bitte die Aussagen genau durch und beantworten Sie bitte jede Frage sorgfältig und möglichst schnell. Lassen Sie keine Frage aus!

- | | | |
|---|---|--|
| <p>1. Geschlecht: weiblich <input type="checkbox"/>
 männlich <input type="checkbox"/></p> <p>2. Wie groß sind Sie? <input type="text"/><input type="text"/><input type="text"/> cm</p> <p>3. Wieviel wiegen Sie? <input type="text"/><input type="text"/><input type="text"/> kg</p> <p>4. Welches war Ihr niedrigstes (Erwachsenen-)Gewicht? <input type="text"/><input type="text"/> kg
 Das war vor <input type="text"/><input type="text"/> Jahren
 Das war vor <input type="text"/><input type="text"/> Monaten</p> | <p>5. Welches war Ihr höchstes Gewicht? <input type="text"/><input type="text"/><input type="text"/> kg
 Das war vor <input type="text"/><input type="text"/> Jahren
 Das war vor <input type="text"/><input type="text"/> Monaten</p> <p>6. Welches ist Ihr Schulabschluss?
 Hauptschule ohne Lehre 1 <input type="checkbox"/>
 Hauptschule mit Lehre 2 <input type="checkbox"/>
 Weiterführende Schule 3 <input type="checkbox"/>
 Abitur/Hochschule 4 <input type="checkbox"/></p> | <p>7. Wie alt sind Sie? <input type="text"/><input type="text"/> Jahre</p> <p>8. Wie ist Ihre Lebenssituation?
 Ich lebe allein 1 <input type="checkbox"/>
 Ich lebe mit Kind/Kindern 2 <input type="checkbox"/>
 Ich lebe mit Partner 3 <input type="checkbox"/>
 Ich lebe mit Partner und Kind/Kindern 4 <input type="checkbox"/>
 Ich lebe bei den Eltern 5 <input type="checkbox"/>
 Keine der angeführten 6 <input type="checkbox"/></p> |
|---|---|--|

Für die Fragen 9 bis 44 bitte Zustimmung oder Ablehnung ankreuzen:

- | | | |
|--|---|---|
| <p>9. Ich kann mich bei einem leckeren Duft nur schwer vom Essen zurückhalten, auch wenn ich vor kurzer Zeit erst gegessen habe <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>10. Ich esse gewöhnlich zuviel, wenn ich in Gesellschaft bin, z. B. bei Festen und Einladungen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>11. Ich bin meistens so hungrig, daß ich öfter zwischen den Mahlzeiten esse <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>12. Wenn ich die Kalorienmenge erreicht habe, die ich mir als Grenze gesetzt habe, gelingt es mir meistens, mit dem Essen aufzuhören <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>13. Weil ich zu großen Appetit habe, fällt es mir schwer, eine Diät einzuhalten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>14. Ich esse absichtlich kleine Portionen, um nicht zuzunehmen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>15. Manchmal schmeckt es mir so gut, daß ich weiter esse, obwohl ich schon satt bin ... <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> | <p>16. Manchmal wünsche ich mir, daß mir ein Fachmann sagt, ob ich satt bin oder noch mehr essen darf <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>17. Wenn ich ängstlich oder angespannt bin, fange ich oft an zu essen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>18. Das Leben ist zu kurz, um sich auch noch mit Diät herumzuschlagen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>19. Ich habe schon mehr als einmal eine Schlankheitsdiät gemacht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>20. Oft habe ich ein so starkes Hungergefühl, daß ich einfach etwas essen muß <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>21. Wenn ich mit jemandem zusammen bin, der kräftig ißt, esse ich meistens zuviel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>22. Bei den üblichen Nahrungsmitteln kenne ich ungefähr den Kaloriengehalt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>23. Wenn ich mal mit dem Essen begonnen habe, kann ich manchmal nicht mehr aufhören <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> | <p>24. Mir fällt es nicht schwer, Essensreste einfach übrigzulassen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>25. Zu den üblichen Essenszeiten bekomme ich automatisch Hunger <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>26. Wenn ich während einer Diät „sündige“, dann halte ich mich anschließend beim Essen zurück, um wieder auszugleichen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>27. Wenn andere in meiner Gegenwart essen, möchte ich mitessen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>28. Wenn ich Kummer habe, esse ich oft zuviel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>29. Essen macht mir viel Spaß, und ich will es mir nicht durch Kalorienzählen oder Gewichtskontrollen verderben <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>30. Wenn ich leckere Dinge sehe, kriege ich häufig solchen Appetit, daß ich sie sofort esse <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> |
|--|---|---|

31. Häufig höre ich auf zu essen, obwohl ich noch gar nicht richtig satt bin. trifft
zu trifft
nicht
zu

32. Mein Magen kommt mir oft wie ein „Faß ohne Boden“ vor

33. In den letzten zehn Jahren hat sich mein Gewicht so gut wie nicht verändert.

34. Da ich ständig Appetit habe, fällt es mir schwer, mit dem Essen aufzuhören, bevor der Teller leer ist.

35. Wenn ich mich einsam fühle, tröste ich mich mit Essen.

36. Ich halte mich beim Essen bewußt zurück, um nicht zuzunehmen.

37. Spätabends oder in der Nacht bekomme ich manchmal großen Hunger.

38. Ich esse alles, was ich möchte und wann ich es will.

39. Ich esse eher langsam, ohne groß darüber nachzudenken.

40. Ich zähle Kalorien, um mein Gewicht unter Kontrolle zu halten.

41. Bestimmte Nahrungsmittel meide ich, weil sie dick machen.

42. Ich könnte zu jeder Tageszeit essen, da ich ständig Appetit habe.

43. Ich achte sehr auf meine Figur.

44. Wenn ich während einer Diät etwas „Unerlaubtes“ esse, dann denke ich oft „Jetzt ist es auch egal“, und dann lange ich erst recht zu.

Bei den Fragen 45 bis 57 bitte ankreuzen, was am ehesten auf Sie zutrifft:

- | | | immer
1 | oft
2 | selten
3 | nie
4 |
|--|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 45. Haben Sie auch zwischen den Essenszeiten Hungergefühle | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 46. Wenn Sie zuviel gegessen haben, bringen Sie Gewissensbisse dazu, sich eher zurückzuhalten? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 47. Wäre es schwierig für Sie, eine Mahlzeit mittendrin zu unterbrechen und dann vier Stunden lang nichts mehr zu essen? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 48. Achten Sie darauf, daß Sie keinen Vorrat an verlockenden Lebensmitteln haben? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 49. Kaufen Sie häufig kalorienarme Lebensmittel? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 50. Essen Sie kontrolliert, wenn Sie mit anderen zusammen sind, und lassen Sie sich dann gehen, wenn Sie allein sind? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 51. Essen Sie bewußt langsam, um Ihre Nahrungsaufnahme einzuschränken? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 52. Wie oft verzichten Sie auf Nachtisch, weil Sie keinen Appetit mehr haben? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 53. Wie häufig kommt es vor, daß Sie bewußt weniger essen, als Sie gern möchten? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 54. Kommt es vor, daß Sie Essen verschlingen, obwohl Sie nicht hungrig sind? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 55. Trifft diese Aussage auf Ihr Eßverhalten zu?
„Morgens halte ich noch Diät, aber durch die Tagesereignisse bin ich am Abend so weit, daß ich wieder esse, was ich will. Ich nehme mir dann vor, ab morgen standhaft zu bleiben.“ | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 56. Würden Sie Ihre Lebensweise ändern, wenn Sie eine Gewichtsveränderung von fünf Pfund feststellten? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 57. Achten Sie darauf, was Sie essen? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

58. Kreuzen Sie an, was auf Ihr Eßverhalten zutrifft (nur eine Antwort):
- Ich esse, was ich will, wann ich will 1
- Ich esse gewöhnlich, was ich will, wann ich will 2
- Ich esse oft, was ich will, wann ich will 3
- Ich halte mich ebenso oft zurück wie ich nachgebe 4
- Ich halte mich gewöhnlich zurück, gebe selten nach 5
- Ich halte mich durchweg zurück, gebe nicht nach 6

59. Wie häufig haben Sie bereits Schlankheitsdiäten gemacht?
- 1-3mal 1
- 4-8mal 2
- 9-15mal 3
- Mehr als 15mal 4
- In regelmäßigen Abständen 5
- Ich halte so gut wie immer Diät 6
- Noch nie 7

Bei der Frage 60 bitte Zutreffendes ankreuzen. Es sind mehrere Angaben möglich.

- | | | |
|--|--------------------------|--|
| 60. Was bereitet Ihnen in Ihrem Eßverhalten die größten Schwierigkeiten? | | |
| Verlangen nach Süßem | <input type="checkbox"/> | Plötzlicher Heißhunger |
| Alkoholische Getränke | <input type="checkbox"/> | Ständiges Kalorienzählen |
| Essen in Gesellschaft | <input type="checkbox"/> | Ich traue mich nicht, mich satt zu essen |
| Langeweile | <input type="checkbox"/> | Ich habe keine Schwierigkeiten |
| Streß | <input type="checkbox"/> | |

B1.5**MERKBLATT FÜR DIE EEG-SITZUNG AM: _____****Liebe Versuchsteilnehmerin !**

Vielen Dank, daß Sie sich bereit erklärt haben, bei unserer Studie zur Geruchs- und Bildverarbeitung mitzumachen. Damit der Versuch einwandfrei durchgeführt und ausgewertet werden kann, bitten wir Sie, für die 2. Sitzung folgende Punkte zu beachten:



Bitte versuchen Sie, darauf zu achten, daß Sie vor dem Versuch ausreichend Nacht-Schlaf bekommen (mindestens 5 Stunden).



Schränken Sie bitte am Abend vor dem Versuch Ihren Alkoholkonsum so weit wie möglich ein. Verzichten Sie am Versuchstag bitte ganz auf Alkohol.



Verzichten Sie bitte möglichst am Tag vor dem Versuch und am Versuchstag auf folgende Lebensmittel:

- Spargel
- Zwiebeln
- Knoblauch

Nehmen Sie vor dem Versuch bitte eine kleine Mahlzeit zu sich.



Verzichten Sie bitte am Tag des Versuchs auf Parfüm oder Deodorant sowie auf parfümierte Cremes oder Lotionen.



Falls Sie eine Brille oder Kontaktlinsen benötigen, bringen Sie diese bitte unbedingt zum Versuch mit.



Falls möglich, kommen Sie bitte mit frisch gewaschenen Haaren zum Versuchstermin.



Wenn Sie Lust haben, während der Vorbereitung der EEG-Sitzung Musik zu hören, können Sie gern eine Kasette mit ihren Lieblingsstücken mitbringen.



Falls ...

- Ihnen noch Fragen hierzu oder zum Versuch einfallen
 - Sie sich am Tag vor dem Versuch oder am Versuchstag körperlich unwohl fühlen (Erkältung, Allergie, allg. Infektion)
 - Sie aus anderen Gründen nicht zum Versuch kommen können
- ⇒ rufen Sie uns bitte auf jeden Fall an !



Dipl.-Psych. C. Müller

tagsüber: 880-2774 oder 880-5164

abends: 8058086 (hier auch mit Anrufbeantworter)



Dr. B. Pause

tagsüber: 880-3675

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit !!

B2.1**VERSUCHSPROTOKOLL – 2. SITZUNG**

Datum:	Vp-Nr:	V11:	V12:
Duftanordnung:	PEA: Kanal K: Kanal Z: Kanal	Widerstände: ground: max: an	Ref1: Ref2: VEOG: HEOG:
Ströme für Kontrollblock:	links:	rechts:	
Zeit	Begrüßung der Vp (Patienten: aus der Akte)	Gewicht: _____ Größe: _____	Bemerkungen
Geruchsscreening: mind. 3 Treffer von 4 Versuchen			
Werte für: Test: 0 = falsch, <input checked="" type="checkbox"/> = richtig			
K:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	} \Rightarrow	jeweils
Z:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		2 Kontrollflaschen;
PEA:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		jedesmal andere
Setzen der Elektroden, Fixieren der Kappe			
\Rightarrow Geruchsfragebogen, Händigkeit			
Einüben der Technik der Schnarchatmung			
\Rightarrow Skizze erklären, Nasenfühler setzen, Üben			
Einschätzung von Valenz und Intensität der Düfte			
K, Z, P	Datei: cm_____db		
Instruktion für Duftblock, Testlauf 1 und 2			
Start 1. Duft-Block	Datei DIADAGO: cm_____ol1		
Ende 1. Duft-Block	Datei NEUROSCAN: cm_____old		
Pause			
Start 2. Duft-Block	Datei DIADAGO: cm_____ol2		
Ende 2. Duft-Block	Datei NEUROSCAN: _____od2		
Kontrollblock nur für Kontrollen (\Rightarrow Ströme einstellen)			
Start	Datei DIADAGO: _____		
Ende	Datei NEUROSCAN: _____		
Pause: EPI – Form A			
Instruktion für Bildblock, Testlauf			
Start 1. Bildblock B11	Datei BILDER: cm_____b11		
Ende 1. Bildblock	Datei NEUROSCAN: cm_____vis		
Pause (nur auf Wunsch)			
Start 2. Bildblock B12	Datei BILDER: cm_____b12		
Ende 2. Bildblock	Datei NEUROSCAN: _____		
Entfernen der Elektroden und der Kappe			
Instruktion für SAM, Testlauf			
SAM S21	Datei BILDER: cm_____s21		
SAM S22	Datei BILDER: cm_____s22		
Körpereinschätzung Datei FOTOS: cm_____ph			
Verabschiedung der Vp			

B2.2

Vp-Nr:

Geburtsdatum:

Geschlecht:

Datum:

FRAGEN ZUM DUFT- UND BILD-VERSUCH

Liebe Versuchsteilnehmerin!

Die folgenden Fragen beziehen sich auf alltägliche Tätigkeiten, die Sie während der letzten Stunden oder Tage durchgeführt haben. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten. Bitte versuchen Sie, die Fragen so wahrheitsgetreu wie möglich zu beantworten. Ihre Angaben werden von uns streng vertraulich und anonym behandelt.

1. Wie lange haben Sie in der letzten Nacht geschlafen ?

Ich habe von ca. _____ Uhr bis ca. _____ Uhr geschlafen.

2. Wann haben Sie heute zum letzten Mal etwas gegessen und getrunken ?

Ich habe etwa um _____ Uhr folgendes gegessen: _____

Ich habe etwa um _____ Uhr folgendes getrunken: _____

3. Wieviel haben sie in der letzten Zeit geraucht ? Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an:

- ich bin schon immer Nichtraucher
- ich rauche seit _____ Monaten bzw. _____ Jahren nicht mehr
- ich rauche gelegentlich
- ich rauche täglich

4. Haben Sie gestern oder heute Alkohol oder Drogen zu sich genommen ?

ja Alkohol: _____ Anderes: _____
 Wann: _____ Wann: _____
 Wieviel: _____ Wieviel: _____

nein

5. Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein ?

ja welche: _____ weswegen: _____

nein

6. Haben Sie in den letzten 3 Tagen Medikamente genommen ?

ja welche: _____ weswegen: _____

nein

7. Ist Ihre Riechfähigkeit heute durch eine Erkältung/Allergie oder ähnliches eingeschränkt ?

ja

etwas

nein

8. Leiden Sie zur Zeit an einer Infektion oder fühlen Sie sich heute körperlich krank ?

- ja Beschwerden: _____
- nein

9. Leiden Sie an einer chronischen körperlichen Erkrankung ?

- ja welche: _____
- nein

10. Haben Sie einen regelmäßigen Menstruationszyklus ?

- ja mit einer durchschnittlichen Zyklusdauer von ____ Tagen.
- nein

11. Nehmen Sie die „Pille“ ?

- ja
- nein

12. Sind Sie zur Zeit schwanger ?

- ja
- nein
- vielleicht

B2.3

Eysendk-Persönlichkeitsfragebogen E-P-I

Deutsche Bearbeitung Prof. Dr. Dietrich Eggert

Form A

Vorname _____
 Name _____
 Geburtsdatum _____
 Geschlecht _____
 Adresse _____
 Beruf _____
 Alter _____
 Testdatum _____

A n w e i s u n g

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

- 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. Gibt 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

EPI-A		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	
		●	
		A-3	
		◀	
		EPI-A	
		▶	
20. Haben Sie lieber wenige, dafür aber besonders gute Freunde?	Ja	Nein	
21. Verlieren Sie sich oft in Tagträumerien?	Ja	Nein	
22. Wenn man Sie anspricht, schreiben Sie dann zurück?	Ja	Nein	
23. Werden Sie oft von Schuldgefühlen heimgesucht?	Ja	Nein	
24. Ist Ihr Benehmen i 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 Schüttelfälle bzw. fangen Sie plötzlich zu zittern an?	Ja	Nein	
36. Würden Sie dem Zoll 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	

B2.4

INSTITUT FÜR PSYCHOLOGIE
DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT

Code:

Untersucher:

Datum:

Studie:

Klinik:

Zeit:

Händigkeit

Mit welcher Hand...	L inks		R echts	
	immer	meist	immer	meist
1) ... schreiben Sie einen Brief (lesbar) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) ... werfen Sie einen Ball ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) ... halten Sie einen Schläger ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) ... schlagen Sie mit einem Hammer ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) ... zünden Sie einen Streichholz an ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) ... bürsten Sie sich die Zähne ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Welches Auge benützen Sie, wenn Sie z.B. durch ein Teleskop blicken ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 8) Sind Sie von „links“ auf „rechts“ umtrainiert worden ? Nein Ja
Wann ca.? _____
- 9) Hatten Sie einmal ein sog. Schädel-Hirntrauma ? Nein Ja
Wann ca.? _____
Wenn JA, welcher Art ? _____
- 10) Gab es Linkshändigkeit ...
- | | | |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| ... beim Vater | <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Ja |
| ... bei der Mutter | <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Ja |
| ... bei Geschwistern | <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Ja |
- und zwar bei: _____

Anhang C: Informationen zu den Versuchsteilnehmern

C1 Übersicht der endgültigen Stichprobe

C2 Übersicht der ausgeschlossenen Versuchspersonen

C1

ÜBERSICHT DER ENDGÜLTIGEN STICHPROBE

Vp.-Nr.	Gruppe nach FEV	Offfaktor.		Visuelle Präsentation	FEV			BMI	Alter [Jahre]	Händigkeit	Raucher	Visus	Orale Kontrazeptiva	Zyklus [Tage]	Schlafdauer vor Vers. [h]	Alkoholkonsum Vortag	Versuchsabstand [Tage]
		ja	nein		Skala 1	Skala 2	Skala 3										
104	UE	ja	ja	ja	3	12	12	24,0	20	rechts	G*	k.A.	nein	28	8,25	nein	5
106	UE	ja	ja	ja	1	2	1	21,2	23	rechts	N*	k.A.	ja	28	9	nein	4
108	UE	ja	ja	ja	1	3	5	19,3	26	rechts	R*	k.A.	ja	28	6,5	nein	6
109	UE	ja	ja	ja	0	2	3	24,4	21	rechts	G	k.A.	ja	28	7,5	ja	2
110	UE	ja	ja	ja	4	11	10	22,7	23	rechts	N	k.A.	nein	28	7	nein	4
111	UE	ja	nein	nein	3	6	4	21,5	24	rechts	N	k.A.	ja	unregelm.	7,5	nein	6
112	UE	ja	ja	ja	1	6	4	18,5	19	rechts	N	83	nein	28	8,75	nein	11
113	UE	ja	ja	ja	5	2	1	19,8	19	rechts	N	83	ja	k.A.	7	nein	2
114	UE	ja	ja	ja	6	10	12	25,4	24	rechts	G	k.A.	nein	28	6,5	nein	2
115	UE	nein	ja	ja	1	2	5	22,7	23	rechts	N	111	nein	28	7,5	nein	9
116	UE	ja	ja	ja	0	4	7	21,1	25	rechts	N	83	nein	28	8	nein	7
117	UE	ja	ja	ja	3	3	1	20,6	20	beidhänd.	N	83	ja	28	6,75	nein	7
118	UE	ja	ja	ja	3	8	3	24,7	19	rechts	N	99	ja	28	7,5	nein	7
202	UE	ja	ja	ja	3	4	7	29,7	26	rechts	R	111	nein	k.A.	10	ja	2
151	RE	ja	ja	ja	10	7	2	19,9	29	rechts	N	k.A.	ja	unregelm.	6,5	ja	6
152	RE	ja	ja	ja	15	4	3	24,0	19	beidhänd.	N	k.A.	nein	30	12	nein	5
153	RE	ja	ja	ja	17	5	2	22,7	19	rechts	G	k.A.	nein	28	5	ja	4
154	RE	ja	ja	ja	10	11	8	20,9	19	rechts	N	111	ja	28	9	nein	2
155	RE	ja	ja	ja	14	6	0	20,4	23	rechts	R	83	ja	29	9	nein	7
156	RE	ja	ja	ja	11	7	2	22,1	24	rechts	N	111	ja	28	7	nein	2
157	RE	ja	ja	ja	18	11	2	21,9	28	rechts	N	83	ja	28	8	nein	1
158	RE	ja	ja	ja	12	5	4	19,1	23	rechts	G	83	ja	28	9	nein	12
251	RE	ja	ja	ja	15	8	5	33,9	31	rechts	N	k.A.	ja	28	5	ja	1
326	PE	nein	ja	ja	14	3	3	19,9	28	links	G	83	ja	28	7,5	ja	9
328	PE	ja	ja	ja	12	15	11	22,5	24	beidhänd.	N	83	ja	unregelm.	9	nein	6
329	PE	ja	ja	ja	17	10	7	20,6	25	rechts	R	83	nein	26	8	nein	13
330	PE	ja	ja	ja	16	9	10	20,2	20	rechts	G	83	nein	unregelm.	7	nein	7
351	PE	ja	ja	ja	13	15	12	30,3	28	rechts	N	111	ja	unregelm.	5,5	nein	5
353	PE	ja	ja	ja	19	10	6	19,9	19	rechts	G	83	ja	28	10	nein	5
354	PE	ja	ja	ja	16	8	4	18,6	22	rechts	R	111	nein	unregelm.	8	nein	22
355	PE	ja	ja	ja	12	10	6	35,3	24	rechts	R	83	nein	30	9	nein	3
356	PE	ja	ja	ja	14	14	12	40,6	26	rechts	N	83	nein	unregelm.	8,5	nein	6

UE: ungezügelter Esser, RE: gezügelter Esser, PE: Essgestörte;

* G: Gelegenheitsraucher, N: Nichtraucher, R: Raucher

C2

ÜBERSICHT DER AUSGESCHLOSSENEN VERSUCHSPERSONEN

Versuchspersonen, die aus der Auswertung ausgeschlossen wurden oder aufgrund der Angaben in der ersten Sitzung nicht zu einem zweiten Termin gebeten wurden:

VP-Nr.	Ausschlussgrund
001	konsumiert 4-5 g Haschisch/Woche, weitere massive psychische Probleme
002	Verdacht auf psychotische Symptome (spricht in Geheimsprache mit Gott)
003	Verdacht auf psychotische Symptome
004	Verdacht auf Essstörung, früher stationäre Therapie in der Kinder- und Jugendpsychiatrie
005	Verdacht auf Störung mit Essanfällen
006	Verdacht auf Störung mit Essanfällen
007	Verdacht auf Störung mit Essanfällen
008	Verdacht auf Essstörung, extrem untergewichtig (BMI: 15.81) früher in psychosomatischer Klinik, Verdacht auf Angststörung, Verdacht auf psychotische Symptome
009	mittlerer Wert bei der Skala „kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ im FEV
010	mittlerer Wert bei der Skala „kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ im FEV
011	Verdacht auf Störung mit Essanfällen
012	Verdacht auf restriktive Anorexie, mittlerer Wert bei der Skala „kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ im FEV
013	Schädelbruch im Jugendalter, Verdacht auf Essstörung
014	Kriterien passen in die Gruppe der ungezügelten Frauen, die bereits mit genügend Probandinnen besetzt war
015	Verdacht auf Essstörung, früher stationäre Therapie in psychosomatischer Klinik, mittlerer Wert bei der Skala „kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ im FEV
016	mittlerer Wert bei der Skala „kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ im FEV, befindet sich in psychologischer Beratung
017	Verdacht auf Panikanfälle im Rahmen einer Anpassungsstörung
018	Kriterien passen in die Gruppe der ungezügelten Frauen, die bereits mit genügend Probandinnen besetzt war
019	seit einem Jahr in psychotherapeutischer Behandlung wegen Panikanfällen
101	andere Referenz (verbundene Mastoide) bei der EEG-Aufzeichnung
102	andere Referenz (verbundene Mastoide) bei der EEG-Aufzeichnung
103	andere Referenz (verbundene Mastoide) bei der EEG-Aufzeichnung
105	mittlerer Wert bei der Skala „kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ im FEV
107	mittlerer Wert bei der Skala „kognitive Kontrolle des Essverhaltens“ im FEV
201	Bildpräsentation ohne Brille durchgeführt
302	Anorexia nervosa, restriktiver Subtypus
303	Anorexia nervosa, restriktiver Subtypus
327	konnte nur an der ersten Sitzung teilnehmen, danach Aufnahme in stationäre Therapie (Essstörung)
352	keine EEG-Aufzeichnung möglich (Übergangswiderstände zu hoch)

Anhang D: Informationen zu den verwendeten Stimuli der Hauptstudie

D1 Reihenfolge der Düfte in den beiden Duftblöcken

D2 Angaben zu den verwendeten Bildern

D3 Reihenfolge der Bilder in den beiden Bildblöcken

D1**REIHENFOLGE DER DÜFTE IN DEN BEIDEN DUFTBLÖCKEN**

Block 1	Kategorie	Block 2	Kategorie
1	R	1	R
2	R	2	K
3	Z	3	R
4	K	4	Z
5	Z	5	K
6	R	6	Z
7	K	7	Z
8	Z	8	R
9	R	9	K
10	K	10	K
11	K	11	Z
12	Z	12	R
13	R	13	Z
14	Z	14	K
15	K	15	R
16	R	16	Z
17	Z	17	R
18	Z	18	K
19	R	19	Z
20	K	20	R
21	Z	21	K
22	K	22	Z
23	R	23	K
24	K	24	R
25	Z	25	R
26	K	26	Z
27	R	27	K
28	R	28	Z
29	Z	29	R
30	K	30	K

R: Rose, Z. Zwiebel, K: Karamell

D2**ANGABEN ZU DEN VERWENDETEN BILDERN**

NACHTRÄGLICH AUSGEWÄHLTE BILDER DER KATEGORIE LANDSCHAFT			
Bezeichnung	Beschreibung	Dateiname	Nr.
IAPS-Bilder:			
Vulkan	Vulkanausbruch	bVulkan.bmp	5920
Gewitter	mehrere Blitze über Berg	bGewitter.bmp	5950
Jaguar	Raubkatze am Wasser	bJaguar.bmp	1650
Rafting-Boot	zwei Rafter in einer Schlucht	bRafters.bmp	8400
Windsurfer	zwei Windsurfer in hohen Wellen	bWindsurfer.bmp	5623
Berggipfel	Berggipfel in der Sonne	bBergSonne.bmp	5660
Segelboot	Sicht von einem Segelboot auf's Wasser	bSailboat.bmp	8170
Skilandschaft	Schifahrer in der Sonne	bSkiland2.bmp	8190
Disney-Schloss	Schloss im Disneyland	bDisschloss.bmp	7502
Feuerwerk	großes Feuerwerk	bFeuerwerk.bmp	5910

Alle weiteren Bilder entstammen der Vorstudie

SAM-BEURTEILUNG (MITTELWERTE) FÜR KURZE UND LANGE PRÄSENTATION

Bezeichnung	Kategorie	Valenz		Arousal		Dominanz		Prozent richtig
		kurz	lang	kurz	lang	kurz	lang	
Vulkan	L	k.A.	4.63	k.A.	6.22	k.A.	3.98	k.A.
Gewitter	L	k.A.	5.34	k.A.	6.73	k.A.	3.55	k.A.
Jaguar	L	k.A.	6.49	k.A.	6.05	k.A.	3.69	k.A.
Rafting-Boot	L	k.A.	6.78	k.A.	6.24	k.A.	4.65	k.A.
Windsurfer	L	k.A.	7.26	k.A.	5.77	k.A.	6.38	k.A.
Berggipfel	L	k.A.	7.38	k.A.	4.90	k.A.	5.23	k.A.
Segelboot	L	k.A.	7.59	k.A.	5.67	k.A.	6.04	k.A.
Skilandschaft	L	k.A.	8.08	k.A.	6.16	k.A.	6.10	k.A.
Disney-Schloss	L	k.A.	8.15	k.A.	6.07	k.A.	6.20	k.A.
Feuerwerk	L	k.A.	8.16	k.A.	5.80	k.A.	5.78	k.A.
Schmetterling4	L	6.82	6.92	4.61	4.39	6.75	6.54	100
Blumenhaus	L	7.18	7.57	4.18	4.36	7.14	7.14	100
Tulpen	L	7.18	7.71	4.54	4.71	6.44	6.43	96.4
Blumenstrauß	L	7.75	7.61	4.50	5.04	7.36	7.29	100
Sonnenblume	L	8.82	8.70	5.70	5.71	7.52	7.57	92.6
Schimmelkirschen	E	1.75	1.61	6.57	7.07	4.18	4.14	89.3
BrauneMöhren	E	2.30	2.57	5.96	5.54	4.93	4.96	100
Schimmelbrot4	E	2.36	1.82	6.25	6.50	4.54	4.50	100
Schimmelbrot2	E	2.46	2.73	6.00	5.19	5.04	5.27	100
FaulesGemüse	E	2.46	2.04	6.46	6.15	4.25	4.93	96.4
FauleBirne	E	2.46	2.32	6.29	6.04	4.14	4.75	89.3
Schimmeltomaten1	E	2.93	2.57	5.46	5.39	5.18	5.29	100
BrauneBananen	E	3.00	3.00	5.75	5.68	5.39	5.25	89.3
Schimmel Früchte3	E	3.08	2.19	5.58	5.88	4.77	4.23	92.3
BraunerApfel2	E	3.18	3.50	5.11	4.61	5.60	5.32	100
Schimmel Früchte2	E	3.30	2.43	5.67	5.93	5.07	4.68	100
Schimmeltrauben	E	3.32	2.36	5.21	5.79	5.11	4.68	96.4
FaulePflaumen	E	3.64	3.27	5.56	5.04	5.20	4.70	88
Hummel2	E	4.26	3.64	6.11	5.36	5.33	5.50	96.3
Schimmeltomaten2	E	4.54	3.11	5.07	5.14	5.57	5.46	96.4
PommesFrites2	H	6.00	6.61	5.78	6.11	5.96	6.29	100
Backkartoffeln	H	6.11	6.54	5.19	5.75	6.07	6.29	100
Truthahn	H	6.25	6.75	6.46	6.64	6.21	6.32	100
Laugenbrezel	H	6.48	6.92	5.26	4.73	6.15	6.73	100
PommesFrites1	H	6.54	6.57	5.46	5.93	6.18	6.32	100
Bratkartoffeln2	H	6.56	6.57	5.37	5.64	5.85	6.14	100
GefülltesGemüse	H	6.86	7.14	5.57	5.57	6.25	6.43	100
Käseplatte2	H	6.89	7.36	5.44	5.71	6.70	6.46	100
Käsetoast	H	6.89	7.43	5.96	5.96	6.36	6.64	100
Nudeln	H	7.04	7.68	6.04	6.07	6.32	6.61	100
Käseplatte1	H	7.11	7.22	5.25	5.52	6.25	6.74	100
Pizza2	H	7.11	6.86	5.96	5.86	6.63	5.75	100
Käseplatte3	H	7.32	7.14	5.71	5.46	6.46	6.18	100
Spaghetti2	H	7.52	7.21	5.85	5.82	6.56	6.39	100
Knabbergebäck	H	5.82	6.32	4.93	4.96	6.11	6.25	100
Sahnetorte1	S	6.41	6.46	5.30	5.07	5.93	6.39	100
Schokoriegel1	S	6.54	6.71	5.43	5.50	5.75	6.14	100
Sahnekuchen	S	6.57	6.71	5.25	5.11	5.61	6.04	100
Mohrenkopf	S	6.59	6.86	5.70	5.25	6.89	6.36	100
Pfannkuchen2	S	6.64	6.64	5.25	5.43	6.18	6.36	100
Schichttorte	S	6.68	6.64	5.46	5.43	6.11	6.43	96.4
Bienenstich	S	6.68	6.71	5.11	5.54	6.00	6.11	92.9
Erdbeerrolle	S	6.78	6.89	5.33	5.82	5.67	5.89	100
Schokoriegel2	S	6.86	6.89	5.79	5.32	5.89	6.32	100
Schokolade2	S	6.89	7.11	5.93	5.21	6.44	6.32	100
Pralinen	S	6.89	6.86	5.29	5.61	5.96	6.21	100
Obsttorte	S	6.89	7.32	5.46	5.89	6.25	6.89	100
Schokopudding	S	6.93	6.64	5.46	5.21	6.61	6.29	100
Eisbecher	S	7.18	7.29	6.21	6.18	6.46	6.39	100
Schokoladeneis	S	7.29	7.21	6.14	5.61	6.43	6.39	100

Daten entstammen der Vorstudie bzw. sind für nachträglich ausgewählte Bilder dem IAPS-Manual entnommen
L: Landschaft, E: Ekel, H: Herzhaft, S: Süß

D3**REIHENFOLGE DER BILDER IN DEN BEIDEN BILDBLÖCKEN**

BI 11*	BI 21**	Kategorie	Bezeichnung	BI 12*	BI 22**	Kategorie	Bezeichnung
1	14	L	Tulpen	1	11	L	Blumenstrauß
2	19	L	Skilandschaft	2	8	E	Schokoriegel2
3	22	H	Laugenbrezel	3	27	H	BraunerApfel2
4	25	E	Schimmeltomaten2	4	15	S	Pizza2
5	10	S	Schokolade2	5	12	E	Hummel2
6	29	H	Käseplatte2	6	17	S	Schichttorte
7	17	E	FauleBirne	7	19	H	Knabbergebäck
8	23	L	Gewitter	8	26	E	Schimmelkirschen
9	13	S	Sahnekuchen	9	16	L	Jaguar
10	18	S	Schokoriegel1	10	14	H	Spaghetti2
11	24	E	BrauneMöhren	11	29	L	Windsurfer
12	6	H	Backkartoffeln	12	2	E	BrauneBananen
13	9	S	Pfannkuchen2	13	25	S	Sahnetorte1
14	1	L	Segelboot	14	3	H	Käsetoast
15	3	H	GefülltesGemüse	15	22	S	Schokoladeneis
16	5	S	Mohrenkopf	16	21	L	Vulkanausbruch
17	27	E	Schimmelfrüchte3	17	4	S	Bienenstich
18	28	S	Pralinen	18	28	E	Schimmeltrauben
19	30	L	Schmetterling4	19	23	H	Käseplatte1
20	4	E	Schimmelbrot2	20	2	S	Obsttorte
21	12	H	PommesFrites1	21	30	L	Berggipfel
22	26	H	Truthahn	22	13	S	Erdbeerrolle
23	2	L	Rafting-Boot	23	10	H	Bratkartoffeln2
24	7	E	FaulePflaumen	24	1	L	Disney-Schloss
25	20	E	FaulesGemüse	25	20	S	Schokopudding
26	15	H	Nudeln	26	5	E	Schimmelbrot4
27	11	E	Schimmelfrüchte2	27	7	H	PommesFrites2
28	16	S	Eisbecher	28	18	E	Schimmeltomaten1
29	21	H	Käseplatte3	29	24	L	Blumenhaus
30	8	L	Sonnenblume	30	9	L	Feuerwerk

*: Blöcke während EEG-Ableitung, **: Blöcke während SAM-Einschätzung;

L: Landschaft, E: Ekel, H: Herzhaft, S: Süß

CURRICULUM VITAE

Persönliche Daten

Name: Claudia Schrader (geb. Müller)
Geburtsdatum: 10.04.1973
Geburtsort: Kiel
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: verheiratet, 1 Kind

Schulbildung und Studium

08/1983 - 05/1992 Hebbelschule, Kiel;
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife
09/1992 - 09/1993 Gasthörerstudium in den Fächern Psychologie und Soziologie an der
Christian-Albrechts-Universität, Kiel
10/1993 – 11/1998 Studium der Psychologie an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel;
Abschluss: Diplom mit der Note „sehr gut“
Thema der Diplomarbeit: „Der Einfluss des HLA-Typus auf die Ausprägung und Wahrnehmung von Körpergerüchen: Eine Studie mit olfaktorisch- ereigniskorrelierten Potentialen“
seit 01/1999 Promotionsstudentin im Fach Psychologie
01/1999 – 12/2000 Promotionsstipendium nach dem Landesgesetz zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses über die mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät

Berufliche Tätigkeiten

11/1998 – 12/1998 Tätigkeit als Beraterin für den Bereich „Statistik“ im Zentrum für interdisziplinäre Frauenforschung, Kiel
seit 10/2001 Lehrtätigkeit im Bereich Familie und Erziehung bei der Familienbildungsstätte „Zukunftswerkstatt e.V.“, Kiel
03/2002 Erwerb der Lizenz zur Anwendung des Triple P (Positive Parenting Program) – Elterngruppentrainings Ebene 4
seit 01/2004 Lehrtätigkeit im Fach Ernährungspsychologie an der Diätassistentenschule am Universitätsklinikum Kiel
05/2004 Erwerb der Lizenz zur Anwendung der Triple P – Elternberatung Ebene 2 & 3

ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass die vorliegende Abhandlung – abgesehen von der Beratung durch meinen Betreuer – nach Inhalt und Form meine eigene Arbeit ist.

Kiel, 16.03.2005

(Claudia Schrader)