

# **Korrelate von Augmenting-Reducing in der mentalen Chronometrie und emotionalen Reaktivität**

Untersuchungen zum Geltungsbereich  
eines Persönlichkeitskonstruktes der  
Stimulations-Intensitäts-Modulation

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie  
im Fachbereich Bildungswissenschaften  
an der Bergischen Universität Wuppertal

vorgelegt von Ralf Stürmer  
aus Krefeld

Wuppertal 2005

Diese Dissertation kann wie folgt zitiert werden:

urn:nbn:de:hbz:468-20050803

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3A468-20050803>]

## **Gliederung**

### --- THEORETISCHE GRUNDLAGEN ---

Kapitel 1: Einführung in den Bereich der Stimulations-Intensitäts-Modulation (SIM)

### --- EXPERIMENTELLE ARBEITEN ---

Kapitel 2: Experiment 1 – SIM und Informationsverarbeitung

- I. Theorie
- II. Methoden
- III. Ergebnisse
- IV. Diskussion

Kapitel 3: Experiment 2 – SIM und Emotionsinduktion

- I. Theorie
- II. Methoden
- III. Ergebnisse
- IV. Diskussion

### --- ABSCHLIESSENDE GESAMTBETRACHTUNG ---

Kapitel 4: Der Geltungsbereich des Konstruktes Augmenting-Reducing

- I. Gesamtdiskussion
- II. Ausblick
- III. Zusammenfassung

**Problemstellung ... 1**  
**Allgemeine Vorgehensweise ... 2**

--- THEORETISCHE GRUNDLAGEN ---

**Kapitel 1: Einführung in den Bereich der Stimulations-Intensitäts-Modulation (SIM)**

1. Überblick ... 4
2. Die Theorie der Stärke des Nervensystems ... 8
3. Die Theorie der Wahrnehmungsreaktanz nach Asenath Petrie ... 11
4. Fragebogenerfassung der SIM – Die Reducer-Augmenter Scale nach Alan Vando ... 16
5. Psychophysiologische Korrelate der SIM: Erfassung von Augmenting-Reducing mittels ereigniskorrelierter Potentiale (EKP) des EEG ... 22
6. Exkurs: Problematiken der EKP-Methode ... 26
  - 6.1 EOG-Korrektur ... 27
  - 6.2 Verwendung des Steigungskoeffizienten ... 28
  - 6.3 Lokalisation ... 29
  - 6.4 Modalität ... 30
  - 6.5 Komponente ... 31
  - 6.6 Art der Stimuluspräsentation ... 32
  - 6.7 Intervenierende Faktoren: Geschlecht und Alter ... 32
  - 6.8 Abschließende Bewertung ... 33
7. Differenzierung und Integration Arousal-basierter Persönlichkeitskonstrukte ... 34

--- EXPERIMENTELLE ARBEITEN ---

**Kapitel 2: Experiment 1 – SIM und Informationsverarbeitung**

**I. Theorie**

1. Überblick ... 36
2. Exkurs: Maße der Chronopsychophysiologie ... 39
  - 2.1 Die N1-Komponente ... 40
  - 2.2 Die P3-Komponente ... 41
  - 2.3 Das Lateralisierte Bereitschaftspotenzial ... 44
  - 2.4 Kennwerte des Elektromyogramms ... 45
3. Reaktionszeitunterschiede zwischen Augmentern und Reducern ... 46
  - 3.1 Empirische Befunde ... 46
  - 3.2 Erklärungsansätze ... 47
4. Entwicklung der Untersuchungsstrategie ... 52
  - 4.1 Aufgaben-Komplexität ... 52
  - 4.2 Die Precuing-Technik ... 53
  - 4.3 Precue und Chronopsychophysiologie ... 55
5. Studienziel und Untersuchungsstrategie ... 56

**II. Methoden**

1. Versuchspersonen ... 58
2. Versuchsplan ... 58
3. Versuchsaufbau ... 59
4. Versuchsablauf ... 62
  - 4.1 Präexperimentalphase ... 62
  - 4.2 Experimentalphase ... 63
  - 4.3 Postexperimentalphase ... 66
5. Abhängige Variablen ... 66
6. Biosignaltechnik und Parametrisierung ... 67

7. Statistische Datenanalyse ... 69

**III. Ergebnisse**

1. Alter ... 70
2. RAS-Punktwerte ... 71
3. Psychometrisch erfasste Persönlichkeitsmerkmale ... 72
4. Zusammenhang Alter-Reaktionszeiten ... 72
5. Motorzeit und Entscheidungszeit ... 73
6. Varianzhomogenität der Entscheidungszeit ... 76
7. Gesamtreaktionszeit ... 79
8. Fehler ... 82
9. Elektromyographische Reaktionen ... 83
10. Die N1-Komponente des ereigniskorrelierten EEG-Potenzials ... 85
  - 10.1 Latenz ... 85
  - 10.2 Amplitude ... 87
11. Die P3-Komponente des ereigniskorrelierten EEG-Potenzials ... 90
  - 11.1 Latenz ... 90
  - 11.2 Amplitude ... 92
12. Lateralisiertes Bereitschaftspotenzial ... 92

**IV. Diskussion**

1. Reaktions-, Entscheidungs- und Bewegungszeiten ... 94
  - 1.1 Innersubjekteffekte ... 94
  - 1.2 Zwischensubjekteffekte ... 95
2. Fehler ... 97
3. Elektromyographische Reaktionen ... 99
4. Ereigniskorrelierte EEG-Potenziale ... 102
  - 4.1 N1-Komponente ... 102
  - 4.2 P3-Komponente ... 103
  - 4.3 Lateralisiertes Bereitschaftspotenzial ... 104
5. Gesamtbetrachtung ... 105

**Kapitel 3: Experiment 2 – SIM und Emotionsinduktion**

**I. Theorie**

1. Einleitung ... 109
2. SIM und emotionale Reaktivität – Überblick ... 109
3. Emotionale Reaktivität – Eine Begriffsbestimmung ... 113
4. Experimentelle Emotionsinduktion ... 115
  - 4.1 Video-basierte Verfahren ... 116
  - 4.2 Imaginationstechniken ... 119
5. Emotionskategorien und Dimensionen ... 121
6. Erfassung emotionaler Reaktivität ... 124
  - 6.1 Die subjektiv-verbale Komponente ... 124
  - 6.2 Die körperlich-physiologische Komponente ... 126
  - 6.3 Die mimische-Ausdrucks Komponente ... 130
7. Studienziel und Untersuchungsstrategie ... 131

**II. Methoden**

1. Versuchspersonen ... 133
2. Versuchsplan ... 133
3. Versuchsaufbau ... 135
4. Versuchsablauf ... 136
  - 4.1 Präexperimentalphase ... 136
  - 4.2 Experimentalphase ... 138
  - 4.3 Postexperimentalphase ... 141

- 5. Abhängige Variablen ... 141
  - 5.1 Subjektive Skalierungen ... 141
  - 5.2 Psychophysiologische Daten ... 142
- 6. Biosignaltechnik und Parametrisierung ... 143
- 7. Statistische Datenanalyse ... 145

### **III. Ergebnisse**

- 1. Alter ... 146
- 2. RAS-Punktwerte ... 147
- 3. Psychometrisch erfasste Persönlichkeitsmerkmale ... 148
- 4. Subjektive Reaktionen ... 149
  - 4.1 Kategoriale Skalierung I: Einschätzungen der Zieleemotionen ... 149
  - 4.2 Kategoriale Skalierung II: Manipulation Check & Globale Emotionseinschätzung ... 152
  - 4.3 Kategoriale Skalierung III: Einschätzungen in den neutralen Situationen ... 157
  - 4.4 Dimensionale Skalierung ... 158
    - 4.4.1 Valenz (unangenehm – angenehm) ... 159
    - 4.4.2 Aktivierung (angespannt – entspannt) ... 161
    - 4.4.3 Dominanz (schwach – stark) ... 163
- 5. Psychophysiologische Reaktionen ... 163
  - 5.1 Elektroenzephalogramm ... 163
  - 5.2 Gesichtsmuskelaktivität ... 164
  - 5.3 Kardiovaskuläre Maße ... 166
  - 5.4 Pulsvolumenamplitude, Elektrodermale Aktivität und Atmung ... 167
- 6. Die Schreck-Bedingung ... 168
  - 6.1 Subjektive Skalierung I: Kategoriale Emotionseinschätzung ... 168
  - 6.2 Subjektive Skalierung II: Dimensionale Emotionseinschätzung ... 169
  - 6.3 Psychophysiologische Reaktionen ... 169

### **IV. Diskussion**

- 1. Innersubjekteffekt: Effektivität der Emotionsinduktion ... 170
- 2. Zwischensubjekteffekte I: Subjektive Reaktionen ... 173
- 3. Zwischensubjekteffekte II: Psychophysiologische Reaktionen ... 176
- 4. Gesamtbetrachtung ... 177

--- ABSCHLIESSENDE GESAMTBETRACHTUNG ---

## **Kapitel 4: Der Geltungsbereich des Konstruktes Augmenting-Reducing**

### **I. Gesamtdiskussion ... 181**

### **II. Ausblick ... 184**

- 1. Augmenting-Reducing und Informationsverarbeitung ... 184
- 2. Augmenting-Reducing und emotionale Prozesse ... 185

### **III. Zusammenfassung ... 186**

### **Literaturverzeichnis ... 189**

### **Anhang ... 212**

---

## Problemstellung

Innerhalb des Rahmens der Stimations-Intensitäts-Modulations-Theorie beschreibt das Persönlichkeitskonstrukt Augmenting-Reducing die stabile Disposition einer Person zur Modulation, d.h. Abschwächung oder Verstärkung, der subjektiv empfundenen Intensität sensorischer Stimulation. Diese Theorie der Wahrnehmungsreaktanz bezeichnet Personen, die sensorische Stimulation im Allgemeinen abschwächen, als Reducer, Personen, die Stimulation verstärken, als Augmenter.

Neuere Untersuchungen zur Frage des Geltungsbereiches des Konstruktes Augmenting-Reducing legen die Vermutung nahe, dass interindividuelle Differenzen der Stimations-Intensitäts-Modulation sich auch in Bereichen manifestieren können, die außerhalb des ursprünglichen konzeptuellen Rahmens liegen. Mit dem Ziel, einen Beitrag zur inhaltlichen Bestimmung, Konkretisierung und Abgrenzung des Merkmals Augmenting-Reducing zu leisten, wurden als Gegenstand dieser Arbeit zwei Forschungsgebiete außerhalb des bisherigen Geltungsbereiches ausgewählt. Diese beinhalten die Erfassung von Indikatoren der Informationsverarbeitung bei der Bearbeitung von Reaktionszeitaufgaben und die Reaktivität auf emotionale Reize. Der Komplexität des Forschungsgegenstandes Rechnung tragend, soll die Relevanz dieser möglichen Konstrukterweiterungen mit Hilfe von Methoden der mentalen Chronometrie und Chronopsychophysiologie sowie experimentellen Emotionsinduktionstechniken evaluiert werden.

Zur experimentellen Untersuchung wurde zum einen eine Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe mit Vorabinformationen unterschiedlicher Informationsgrade (Precues) verwendet, wobei eine Differenzierung der Reaktionszeit in die Komponenten Entscheidungszeit und Motorzeit bei gleichzeitiger Erhebung zentraler und peripherphysiologischer Indikatoren der Informationsverarbeitung stattfand. Im zweiten Experiment erfolgten Induktionen der Grundemotionen nach Ekman und Friesen (1975, 1978) durch Videodarbietung und Imaginationstechnik mit Erfassung von subjektiven, zentralen und peripherphysiologischen Emotionskomponenten.

Als Klassifizierungsinstrument des Merkmals Augmenting-Reducing wurde die Reducer-Augmenter Scale, kurz RAS (Vando, 1969) verwendet, da im Vergleich

---

zu anderen Methoden die Vorteile der RAS in der großen Trennschärfe bei gleichzeitig hoher Reliabilität, Validität und Ökonomie gesehen werden.

### **Allgemeine Vorgehensweise**

Die vorliegende Arbeit widmet sich der Untersuchung des Geltungsbereiches des Arousal-basierten Persönlichkeitskonstruktes Augmenting-Reducing. Die Entwicklung beider hier vorgestellten empirischen Untersuchungen ist aus zuvor wenig konkretisierten Hypothesen hervorgegangen. Ziel war es, weitestgehend spekulative Aussagen über Korrelate von Augmenting-Reducing in Bereichen außerhalb des primären konzeptionellen Rahmens, nach einer adäquaten Operationalisierung auf der Grundlage von empirischen Daten zu beurteilen und, falls die Befundlage dies angebracht erscheinen lassen sollte, mit einer theoretischen Erklärungsbasis auszustatten. Im Falle der ersten Untersuchung bestand für die verwendete Fragestellung (Existieren Unterschiede in der Informationsverarbeitung in Abhängigkeit vom Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing?) bestenfalls geringe empirische Bestätigung. Im Fall der zweiten Untersuchung bestand für die verwendete Fragestellung (Existieren Unterschiede in der Reaktion auf emotionshaltige Reize in Abhängigkeit vom Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing?) keinerlei empirische Bestätigung. Beide Experimente sollten deswegen ein möglichst breites Spektrum von Indikatoren unterschiedlicher Messebenen ihres jeweiligen Untersuchungsbereiches abdecken, um so einen größeren Aussagegehalt zu ermöglichen. Der verwendete Ansatz ist also eindeutig als ein explorativer zu kennzeichnen. Die an hypothesentestende Untersuchungen gestellten Anforderungen zur Wahrung der Gesamtirrtumswahrscheinlichkeit hätten im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen aufgrund der Menge der abhängigen Variablen zu einer Korrektur der Irrtumswahrscheinlichkeiten der Einzeltests von solchem Ausmaß geführt, dass bei den zu realisierenden Stichprobenumfängen nicht mehr mit Effekten zu rechnen gewesen wäre, die diese korrigierten Irrtumswahrscheinlichkeiten unterschritten hätten. Es wurde angestrebt, die Anzahl der durchgeführten Analysen möglichst wenig inflationär zu gestalten, dennoch aber so umfangreich, wie zur Klärung der zentralen Fragestellungen nötig. Soweit inhaltliche Aspekte und der Untersuchungsplan dies zuließen,

---

wurden zusammenfassende Auswertungen der abhängigen Variablen durch multivariate Verfahren durchgeführt. Die gewählte explorative Vorgehensweise erschien beim derzeitigen Forschungsstand der untersuchten Sachverhalte nach Ansicht des Autors der vorliegenden Arbeit gerechtfertigt. Die Abdeckung eines möglichst breiten Spektrums von potentiell relevanten Variablen, verbunden mit einer umfangreichen aber ökonomischen Durchführung und Auswertung sollte soweit wie möglich zur Generierung neuer Hypothesen beitragen, welche später in streng hypothesentestenden Untersuchungen überprüft werden könnten.

„Confusion arises when similar phenomena are given different labels or different phenomena are given the same label“ (Zuckerman, 1994, p. 1).

## **Kapitel 1: Einführung in den Bereich der Stimulations-Intensitäts-Modulation (SIM)**

### **1. Überblick**

Die Theorie der Stimulations-Intensitäts-Modulation<sup>1</sup> (SIM) thematisiert interindividuelle Differenzen in der Perzeption der Intensität sensorischer Reizung, wobei die Ursachen dieser Differenzen nicht in peripheren Prozessen sensorischer Systeme verankert sind, sondern auf zentralen Stufen der Informationsverarbeitung. Interindividuelle Variationen der subjektiven Intensitätswahrnehmung von objektiv gleichen, d.h. nach physikalischen Kriterien äquivalenten Reizen werden hierbei in Beziehung zu hypothetischen Eigenschaften des Nervensystems gesetzt, die als zeitlich stabil angenommen und als Grundlage von beobachtbaren Persönlichkeitseigenschaften im Sinne eines Traits angesehen werden. Diese Sichtweise impliziert, dass die Art, in der ein Individuum sensorischer Stimulation begegnet, grundsätzlich eine eher konstitutionelle denn eine psychologische Eigenschaft ist (Vando, 1969, p. 46).

Während der Terminus SIM den Vorgang bezeichnet, aufgrund dessen objektiv gleiche Reize auf subjektiver Ebene interindividuell unterschiedliche Intensitätswahrnehmungen hervorrufen, wird als Bezeichnung für das stabile Persönlichkeitsmerkmal, das Individuen hinsichtlich ihrer Tendenz zur SIM klassifiziert, der Begriff Augmenting-Reducing<sup>2</sup> verwendet. Personen, die sensorische Stimulation im allgemeinen unterschätzen oder diese abschwächen, werden als Reducer bezeichnet, Personen, die Stimulation überschätzen oder

---

<sup>1</sup> Im Englischen wird, beispielsweise von Barnes (1976), der Begriff „stimulus intensity modulation“ verwendet. Da sich die Modulation im hier verwendeten Zusammenhang jedoch nicht auf die Intensität des Stimulus, im Sinne der objektiven, physikalisch messbaren Reizstärke bezieht, sondern auf die Intensität der subjektiven Repräsentation, des Perzeptes, wird in der vorliegenden Arbeit die Bezeichnung „Stimulations-Intensitäts-Modulation“ verwendet.

<sup>2</sup> Von (engl.) augmenting: Erhöhung und reducing: Reduzierung, Erniedrigung

diese verstärken als Augmenter und Personen, die Stimulation weder über- noch unterschätzen, werden als Moderates bezeichnet.

Auch auf der Ebene der physiologischen Prozesse des Autonomen und Zentralen Nervensystems (ANS und ZNS) werden durch sensorische Stimulation hervorgerufene körperliche Erregungsmuster (Arousal oder Aktivierung) unter dem Gesichtspunkt der SIM betrachtet. Insbesondere sind hier die Amplituden früher Komponenten sensorisch evozierter EEG-Potenziale (ereigniskorrelierte Potenziale, EKP) in Abhängigkeit von der Reizintensität, als Indikatoren der Reizverarbeitung im zentralen Nervensystem, von Bedeutung. Im Allgemeinen zeigen frühe EKP-Komponenten (sogenannte exogene Komponenten, die in einem Zeitbereich bis ca. 200 ms nach Reizdarbietung auftreten) eine Amplitudenerhöhung mit steigender Reizintensität. Werden EKPs durch einfache sensorische Reize, wie Lichtblitze oder Töne, unterschiedlicher Intensität ausgelöst, zeigen sich interindividuelle Unterschiede in der Reizverarbeitung u. a. in Form zweier unterschiedlicher Arten von intraindividuell hoch stabilen Amplitudenverläufen. Bei der ersten Verlaufsart zeigt sich eine konstante Zunahme der Amplituden mit steigender Reizintensität, bei der zweiten folgt auf eine anfängliche Zunahme eine Abnahme der Amplituden bei hohen Reizintensitäten (vgl. Abschnitt 5). Dieses Reducing im EKP, die Reduzierung der Amplitudenhöhe bei hohen Reizintensitäten, wird als ein Mechanismus angesehen, der das Nervensystem vor Überstimulation schützt und somit im Sinne einer protektiven Inhibition<sup>3</sup> interpretiert (Buchsbaum & Silverman, 1968).

Durch die Einbettung der differentiellen Theorie der SIM in den Rahmen einer allgemeinen Arousaltheorie ergeben sich Implikationen für die Vorhersage von Verhaltenstendenzen. Bereits im Jahre 1908 postulierten Yerkes und Dodson den, später als Gesetz betrachteten, umgekehrt U-förmigen Zusammenhang zwischen Aktivierung und Lernleistung. Diese Betrachtungsweise eines Aktivierungsniveaus, das in einem mittleren Bereich optimal sowohl für Performance Effektivität als auch für einen hedonistischen Tonus (Aktivierungszustand, der auf einer subjektiv-affektiven Bewertungsdimension am angenehmsten empfunden wird) ist, gilt seither als das zentrale Postulat der Aktivierungsforschung (Darrow, 1936; Hebb, 1955; Duffy, 1957; Malmö, 1957, 1959). Folgt man der Annahme des optimalen

---

<sup>3</sup> Das Konzept einer protektiven Inhibition wurde bereits von Pavlov (1928) unter der Bezeichnung transmarginale Inhibition postuliert (vgl. Abschnitt 2).

hedonistischen Tonus, so resultieren interindividuell variierende Präferenzen bezüglich des Ausprägungsgrads eines situativen Stimulationsgehaltes durch differentielle Ausprägungen der Disposition zu phasischer Arousalentwicklung, wobei diese Präferenzen mit Korrelaten auf der Verhaltensebene einhergehen. Individuen, die generell sensorische Reize abschwächen, sollen zur Kompensation ihres daraus resultierenden niedrigen Aktiviertheitszustands vermehrt reizintensive Situationen aufsuchen. Auf der anderen Seite sollen Reizverstärker Situationen mit starkem Stimulationsgehalt vermeiden, um so ein als unangenehm empfundenenes, zu hohes Aktivierungsniveau zu vermeiden.

Wie aus den obigen Ausführungen erkennbar ist, wurde, der generellen Klassifikation innerhalb der empirischen Psychologie entsprechend, die SIM im Laufe ihrer wissenschaftlichen Untersuchung auf den drei Beobachtungsebenen (1) subjektives Erleben, (2) körperlich-physiologische Reaktionen und (3) Verhalten analysiert.

Bezüglich der Charakterisierung von Augmentern und Reducern ist eine Problematik aufgrund der Tatsache entstanden, dass Reducing sowohl eine generelle Reduktion der subjektiven Intensitätswahrnehmung sensorischer Stimulation, als auch eine Amplitudenerniedrigung im EKP bei Reizen hoher Intensität bezeichnet<sup>4</sup>. Reducing in der ersteren Bedeutung liegt beispielsweise der Klassifikation von Petrie (1967) mit Hilfe des Kinesthaetic Figural Aftereffect Tests (KFA) zugrunde (vgl. Abschnitt 3). Reducer im KFA sind demnach Individuen, die relativ *unsensibel* gegenüber externer und interner Stimulation sind. Im Gegensatz dazu, werden nach der EKP-Methode klassifizierte Reducer als Personen betrachtet, die relativ *sensibel* gegenüber externer Stimulation reagieren, da ein EKP-Reducing als ein Mechanismus angesehen wird, den ein für sensorische Stimulation empfindliches Nervensystem zum Schutz vor Überstimulation generiert.

Auf diese unterschiedliche Charakterisierung von Augmentern und Reducern ist ausführlich von Davis, Cowles und Kohn (1983) aufmerksam gemacht worden. Ihrer Sichtweise zufolge, ist der auftretende Widerspruch allerdings rein semantischer Art. Die beiden Begriffe Augmenter und Reducer werden zwar in den beiden Ansätzen unterschiedlich verwendet (und zwar mit genau entgegengesetzter Bedeutung), beschreiben aber inhaltlich Personen mit der

---

<sup>4</sup> Hier liegt also der zweite Fall aus dem dieses Kapitel einführenden Zitat von Zuckerman (1994, p.1) vor: Unterschiedlichen Phänomenen wird eine identische Bezeichnung gegeben.

gleichen Wahrnehmungsd disposition. Davis et al. (1983) schlagen deshalb einen Integrationsversuch vor, der in den Extrembereichen eines Kontinuums folgende zwei Persönlichkeitstypen unterscheidet :

- Individuen, die empfindlich gegenüber Stimulation und introvertiert sind, eine geringe Toleranz gegenüber steigender Reiz-Intensität und ein schwaches Nervensystem besitzen, Augmenting-Verhalten im KFA und Reducing im EKP zeigen und starke Stimulation vermeiden.
- Individuen, die relativ unempfindlich gegenüber Stimulation und extravertiert sind, eine hohe Toleranz gegenüber steigender Reiz-Intensität und ein starkes Nervensystem besitzen, Reducing-Verhalten im KFA und Augmenting im EKP zeigen und starke Stimulation suchen.

Neben der semantischen Mehrdeutigkeit wird auf die empirische Befundlage bezüglich der Konvergenz der unterschiedlichen Erfassungsmethoden für Augmenting-Reducing und die unterschiedlichen zugrunde liegenden theoretischen Vorstellungen in der vorliegenden Arbeit noch eingehend Bezug genommen. Im Folgenden werden die Begriffe Augmenter und Reducer als Charakterisierung der Disposition zur SIM im Sinne Petries verwendet. Die SIM im Zusammenhang mit EEG-Reaktionen im Sinne Buchsbaums wird als EKP-Reducing bezeichnet.

Der Integrationsversuch von Davis et al. (1983) postuliert neben der Beziehung von KFA- und EKP-Reducing auch eine gemeinsame Kovariation von Augmenting-Reducing und den ebenfalls Arousal-basierten Persönlichkeitsdimensionen Extraversion-Introversion, Stärke des Nervensystems und Sensation Seeking. Unter dem Gesichtspunkt der konvergenten Validität wurden dementsprechend auf Fragebogenebene mehrfach substantielle Korrelationen (in einer Höhe von .29 bis .71) zwischen den Arousal-basierten Persönlichkeitsdimensionen berichtet (Barnes, 1985; Blenner & Haier, 1986; Davis, Cowles & Kohn, 1984; Dragutinovich, 1987a/b/c; Goldman, Kohn & Hunt, 1983; Hoffman, 1982; Kohn, 1987; Kohn & Coulas, 1985; Kohn, Hunt, Cowles & Davis, 1986, Kohn, Cowles & Lafreniere, 1987; Petrie, 1967; Roger & Raine, 1984; Vando, 1974). Die Darstellung von Davis et al. (1983) eines breit angelegten

Persönlichkeitsprofils kann damit, auf der Ebene eines stochastischen Zusammenhangs, als zufriedenstellend abgesichert gelten. Zu den Implikationen und der Art dieses Zusammenhangs bestehen hingegen kontroverse Standpunkte, auf die im Abschnitt 7 eingegangen wird.

## 2. Die Theorie der Stärke des Nervensystems

Ivan Pavlov (1927) nahm eine Charakterisierung des menschlichen Temperaments<sup>5</sup> durch die Ausprägungen der Eigenschaften Stärke, Balance und Mobilität des Nervensystems (NS) vor. Diese Theorie enthält die erste wissenschaftlich bedeutsame Darstellung von interindividuellen Differenzen in der Verarbeitung der Intensität sensorischer Reize auf der Ebene von hypothetischen Prozessen des NS. Gemessen am heutigen Kenntnisstand mögen die Vorstellungen Pavlovs von der Arbeitsweise des NS zwar noch sehr grob und abstrakt konzipiert erscheinen, die grundlegenden Gedanken dieser Theorie besitzen jedoch keinesfalls nur historischen Wert, sondern finden sich fundamental in anderen Ansätzen der SIM wieder. Von zentraler Bedeutung innerhalb der Pavlov'schen Theorie sind die beiden hypothetischen Konstrukte Exzitation und Inhibition. Unter Exzitation sind kortikale Prozesse zu verstehen, die eine Verbesserung mentaler Vorgänge wie Lernen, Konditionieren, Erinnern, Wahrnehmen oder Diskriminieren bewirken. Inhibition hingegen reduziert die Effizienz des Kortex (Eine ausführliche Darstellung des Konzeptes Inhibition findet sich bei Diamond, Balvin & Diamond, 1963). Die Bezeichnung der Dimensionen Stärke, Balance und Mobilität als „Eigenschaften des NS“ mag suggerieren, Pavlov hätte neurophysiologische Mechanismen und Prozesse untersucht. Dies ist jedoch nicht der Fall, verfolgte er doch einen funktionalistischen Ansatz und gebrauchte die Begriffe lediglich als explanatorische Konzepte innerhalb einer Theorie des ZNS (vgl. Strelau, 1998).

Aufgrund der zentralen Bedeutung der Dimension Stärke des NS, sowohl generell im Pavlov'schen Modell als auch speziell für den Bezug zur SIM, beschränkt sich die vorliegende Arbeit auf eine ausführliche Darstellung dieser Dimension und

---

<sup>5</sup> Der Argumentation von Zuckerman (1991) folgend, wird der Ausdruck Temperament in der vorliegenden Arbeit synonym verstanden zu grundlegenden Persönlichkeitsdimensionen mit biologischer Grundlage im Sinne von Types.

verzichtet auf eine Erörterung der Aspekte Balance und Mobilität.<sup>6</sup> Stärke des NS, (bzw. die synonyme Bezeichnung Stärke der exzitatorischen Prozesse) nach Pavlov (1972) beschreibt die Fähigkeit der Nervenzellen, unter intensiver, langandauernder oder sich ständig wiederholender Stimulation zu arbeiten. Ein starkes NS reagiert auf intensive Stimulation mit einer kontingenten Erregung, ohne Hemmungsprozesse aufzubauen, welche den Organismus vor Überstimulation schützen sollen. Diese Art der Schutzhemmung, die auch als Transmarginale Inhibition (TMI) bezeichnet wird, entsteht, wenn die funktionale Kapazität des NS erschöpft ist. Je stärker also die Exzitation eines Individuums ist, desto länger ist es in der Lage, starke sensorische Stimulation zu tolerieren. Strelau (1998) und Gray (1964) machen besonders auf den häufig missverstandenen Sachverhalt aufmerksam, dass die Bezeichnung *starke* Exzitation (im Sinne der Eigenschaft des NS) bedeutet, dass die Höhe der exzitatorischen Prozesse (im Sinne der phasischen Erregung des NS), die durch Stimulation ausgelöst werden, *gering* ist.

Ersichtlicherweise besteht diesem Ansatz zufolge ein Zusammenhang zwischen der Kapazität der Nervenzellen, unter starker Stimulation zu arbeiten und deren Sensitivität gegenüber geringen Reizintensitäten. Während ein schwaches NS sensitiv gegenüber geringer Stimulation ist und bei hohen Reizintensitäten sehr schnell eine TMI ausbildet, ist ein starkes NS relativ unsensitiv gegenüber geringer Stimulation und reagiert gleichbleibend mit exzitatorischen Prozessen auch bei hohen Reizintensitäten. Dies führt bei der Erfassung der Arbeitsweise des NS zu der Problematik, die von Zuckerman (1987, p. 219) mit den Worten formuliert wurde: „According to this theory, one must specify the level of stimulation before one can predict the reactivity of different types.“

Übertragen auf die Terminologie des Konstruktes Augmenting-Reducing bedeutet dieser Ansatz, dass die Richtung der Reaktivitätsunterschiede zwischen Augmentern und Reducern bei geringen Reizintensitäten (vor dem Einsetzen einer TMI bei den Augmentern) umgekehrt im Vergleich zu den Reaktivitätsdifferenzen bei hohen Reizintensitäten (nach dem Einsetzen einer TMI bei den Augmentern) ist. Bei geringen Reizintensitäten sollten Augmenter eine stärkere Reaktivität zeigen, bei hohen Reizintensitäten sollten Reducer eine stärkere Reaktivität zeigen.

---

<sup>6</sup> Eine sehr ausführliche Darstellung dieser hier nicht dargestellten Aspekte bietet Gray (1964).

Eine Weiterführung der Pavlov'schen Konzepte findet sich in den Arbeiten von Strelau (1983, 1986, 1998). Strelau (1974) verwirft jedoch den Begriff „Stärke des NS“ und verwendet stattdessen die Bezeichnung „Reaktivität“. Dass trotz der unterschiedlichen Begriffe inhaltliche Übereinstimmung besteht, wird beispielsweise von Kohn (1991, p. 273) wie folgt dargestellt: „Reactivity as a concept (Strelau, 1983) is the psychological observe of strength of the nervous system (Nebylitsyn, 1972a). Thus, highly reactive people, ones with a weak nervous system, are sensitive to weak stimulation, have a low optimum level of stimulation and arousal, are distractible and lack “functional endurance.” (...) In technical language, high reactives have a lower „threshold of transmarginal inhibition” than other people (Keuss & Orlebeke, 1977; Nebylitsyn, 1972a).“ Die zweite grundlegende Dimension zur Beschreibung des Temperaments nach Strelau ist „Aktivität“. Diese ist ein Ausdruck dafür, in welchem Maße Stimulation oder motorische Aktivität aufgesucht werden. Die beiden Maße Reaktivität und Aktivität sind zwar funktional voneinander unabhängig, stehen in der Regel aber in umgekehrtem Verhältnis zueinander. Dass nicht nur die Begriffe Stärke des NS und Reaktivität synonym verwendet werden, sondern auch beide Konzepte inhaltlich mit dem Konstrukt Augmenting-Reducing übereinstimmen, ist in einer besonders deutlichen Formulierung den folgenden Worten Grays (1964, p. 289) zu entnehmen: „(...) the strong nervous system acts as if it damped down stimulation, while the weak nervous system acts as if it amplified it.“

Während die Messung der Pavlov'schen Konzepte ursprünglich, wie auch noch in späterer Zeit (Sales & Throop, 1972) experimentell erfolgte, wurden von Strelau (1972), Ruch, Angleitner und Strelau (1991) sowie Kohn (1985) psychometrische Verfahren entwickelt. Entsprechend der theoretischen Übereinstimmung, erwiesen sich in Studien zum Zusammenhang der Stärke des NS und Augmenting-Reducing, erfasst über den KFA (Sales und Throop, 1972) und den von Alan Vando (1969) entwickelten Fragebogen Reducer-Augmenter Scale (siehe Abschnitt 4), Reducer als Personen mit einem stärkeren Nervensystem (Dragutinovich, 1987b; Kohn, 1987; Kohn, Cowles & Lafreniere, 1987).

### 3. Die Theorie der Wahrnehmungsreaktanz nach Asenath Petrie

Während ihrer Arbeit am Beth Israel Hospital an der Harvard Medical School hatte Asenath Petrie die Möglichkeit zur anschaulichen Beobachtung der z. T. erstaunlich großen interindividuellen Differenzen in der Schmerzwahrnehmung von Patienten mit vergleichbaren körperlichen Beschwerden. Petries (1952) Untersuchungen an Patienten, die nach chirurgischen Läsionen am präfrontalen Kortex, sowohl Änderungen der Persönlichkeit in Richtung impulsives, extravertiertes Verhalten<sup>7</sup> als auch eine Erhöhung der Schmerztoleranz zeigten, gaben den Anstoß zur weiteren Erforschung des Zusammenhangs zwischen Persönlichkeitsvariablen und der Schmerzwahrnehmung<sup>8</sup>. Petrie (1967) sah die Intensitätsmodulation der Schmerzwahrnehmung als einen Indikator der generellen perzeptuellen Charakteristik des Individuums, welche sich ihrer Meinung nach gleichsinnig auch in anderen Sinnesmodalitäten manifestieren sollte. Diese somit als modalitäts-konstant betrachtete Intensitätsmodulation sensorischer Stimulation wurde von Petrie (1967) als perzeptuelle Reaktanz bezeichnet.

Die Grundlage sowohl der Schmerzsensitivität, auf der einen Seite des Aktivierungskontinuums, als auch der Deprivationstoleranz auf der anderen, bildet nach Petrie die Vulnerabilität für sensorische Sättigung, also die Tendenz, dass sich nach anhaltender, starker Stimulation eine Verringerung der sensorischen Intensitätswahrnehmung einstellt (Petrie, Collins & Solomon, 1958, 1960). Vorausgegangen waren dieser Ansicht Untersuchungen von Wertheimer (1955), die Evidenzen für das generelle Vorhandensein von interindividuellen Differenzen in der sensorischen Sättigungstendenz unabhängig von der Sinnesmodalität erbrachten. Eysenck (1967, pp. 75-79) verweist darauf, dass sensorische

---

<sup>7</sup> Eine Erhöhung der Extraversionsausprägung beim Menschen nach frontalen Läsionen ist ein umstrittener, nicht durchgängig replizierter Befund (vgl. Powell, 1981).

<sup>8</sup> In klassischen Auffassungen wurde noch davon ausgegangen, dass die Schmerzempfindung dem Ausmaß der neuronalen Erregung direkt proportional sei. Heute gilt die Existenz von psychologischen Mediatoren des Schmerzes hingegen als belegt und das Phänomen Schmerz erst durch das Ergebnis der kortikalen Verarbeitung determiniert (vgl. Miltner, 1998). Seit dem Aufkommen der Gate-Control-Theorie (Melzaack & Wall, 1965) konnte gezeigt werden, dass der nozizeptive Zustrom in das Rückenmark bereits auf der Ebene der ersten zentralen Neurone durch lokale und deszendierende Einflüsse erheblich moduliert werden kann. Hierdurch wurde aufgezeigt, auf welchem Weg psychologische Faktoren schon sehr früh Einfluss auf die physiologische Schmerzreaktion nehmen können (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Sättigung als Inhibition betrachtet werden könne und stellt damit die Verbindung zu den Prozessen des Nervensystems in Anlehnung an Pavlov her. Petrie, Collins und Solomon (1958, 1960) gehen von einem positivem Zusammenhang der Sättigungstendenz mit der Schmerztoleranz und von einem negativem mit der Deprivationstoleranz aus.

Die individuelle Wahrnehmungsreaktanz eines Menschen wurde von Petrie (1967) als eine grundlegende, biologisch determinierte Persönlichkeitseigenschaft postuliert, und als ein Kontinuum mit den Polen reduction – augmentation (abschwächen – verstärken) konzipiert. Der Augmenter verstärkt im allgemeinen sensorische Stimulation, ist schmerzintolerant und tolerant gegenüber sensorischer Deprivation, während der Reducer die entgegengesetzten Merkmale (Stimulations-Abschwächung, Schmerztoleranz, Deprivationsintoleranz) aufweist. Petrie (1978; p. XI) charakterisierte den Augmenter mit den Worten: „I would suggest, as an heuristic hypothesis, that he is the wider open to the environment, that the incoming stimuli are cumulative in him, and that he uses less ‘gating’ mechanism for cutting them off – his rate of adaptation to them is slower.“ Die biologische Grundlage des Augmenting-Reducing bildet ein nicht näher bezeichnetes zentralnervöses, unspezifisches System zur Modulation sensorischer Afferenzen, dessen genaue Lokalisation im ZNS bisher allerdings noch immer aussteht. Die oben erwähnten Läsionsstudien (Petrie, 1952) legen jedoch zumindest eine Mitbeteiligung des frontalen Kortex nahe.

Aufgrund der modalitätsübergreifenden Arbeitsweise soll eine Untersuchung dieses Regulationssystems auch über die Erfassung kinästhetischer Reizverarbeitung möglich sein. Zu diesem Zweck wurde der Kinesthaetic Figural Aftereffect Test (KFA) eingesetzt, der auf den Arbeitskreis um Köhler zurückgeht und die Ausprägung der Tendenz zu sensorischer Sättigung erfasst (Köhler & Wallach, 1944; Köhler & Dinnerstein, 1947). Die Messprozedur des KFA beginnt mit einer Ruhephase von 45 Minuten in der die Vp nichts mit ihren Händen berühren darf, um präexperimentelle Stimulationseffekte auf die Testmessung auszuschließen. Anschließend werden der Vp die Augen verbunden, woraufhin sie mit der rechten Hand einen hölzernen Messblock abtastet. Mit der linken Hand stellt die Vp die wahrgenommene Größe des Messblocks auf einem sich verjüngenden Stab ein. Diese Einschätzung wird viermal durchgeführt. Anschließend reibt die Vp mit ihrer rechten Hand 90 Sekunden lang einen

Stimulationsblock, der größer ist als der Messblock. Nach dieser Stimulation erhält die Vp wieder den ursprünglichen Messblock und schätzt erneut vier mal dessen Länge ein. Es folgen eine Stimulationsperiode von 90 und 120 Sekunden, nach denen jeweils wieder vier mal die Länge des Messblocks einzuschätzen ist. Hierauf folgt eine Pause von 15 Minuten und eine erneute viermalige Einschätzung des Messblocks. Nach 48 Stunden wird die gesamte Prozedur wiederholt, wobei diesmal der Stimulationsblock kleiner als der Messblock ist.

Petrie stellte fest, dass der allgemeine Effekt der sensorischen Sättigung, der zu einer reduzierten Wahrnehmung der Länge des Messblocks nach einer Stimulationsphase führt, von konstanten interindividuellen Unterschieden in den Längenschätzungen des KFA überlagert wird. Ihre Theorie der Wahrnehmungsreaktanz, nach der einige Personen generell sensorische Stimulation abschwächen, während andere diese verstärken, wurde durch die Beobachtung bestärkt, dass einige Vpn im KFA die Länge des Messblocks generell unterschätzten (Reducer) während andere diese konsistent überschätzten (Augmenter).

Obwohl Asenath Petrie Augmenting-Reducing als Kontinuum auffasst [“(...) the closer a person is to the augmentation end of the spectrum, the more he augments the sensory environment. In contrast, the nearer he is to the reduction end, the more he reduces the sensory environment” (Petrie, 1978, p. XII).] wird anhand des KFA eine Trichotomisierung der Population in Augmenter (Reizverstärkung), Reducer (Reizabschwächung) und Moderates (weder Verstärkung noch Abschwächung) vorgenommen.

Zur Frage der Validität ihrer Theorie und deren Operationalisierung konnte die Arbeitsgruppe um Petrie zeigen, dass KFA Augmenter weniger schmerztolerant waren als Reducer (Petrie, 1967; Petrie, Collins & Solomon, 1958, 1960). Dieser Befund konnte mehrfach repliziert werden (Dinnerstein, Lowenthal, Marion & Olivo, 1962; Blits, Dinnerstein & Lowenthal, 1966; Sweeny, 1966).

Zur möglichen Bedeutung der Reizstärke für die SIM bezieht Petrie mit den folgenden Worten Stellung: “This “reactance”, that characterizes each person, may be altered to some extent under atypical conditions. For example, overstimulation is followed by a temporary adaptation, in the direction of the reduction end of the spectrum” (Petrie, 1978, p. XII). Eine empirische Stützung für diese Sichtweise erbrachte eine Studie, in welcher der KFA an einer Stichprobe einmal unter

herkömmlichen Bedingungen und einmal mit zusätzlicher auditorischer Stimulation (weißes Rauschen) durchgeführt wurde. Ein Effekt der auditorischen Stimulation zeigte sich nur bei Augmentern: Vpn, die unter normalen Bedingungen die Testblock-Länge überschätzten, unterschätzten diese bei zusätzlicher auditorischer Stimulation. Wie von Petrie beschrieben, wurden aus Augmentern bei starker Stimulation Reducer. In diesem Fall wurde also bei Augmentern, die bei Intensitäten unterhalb einer „Überstimulation“ Reize stärker wahrnehmen, ein protektives Reducing schon bei objektiv weniger intensiven Reizen ausgelöst als bei Reducern, wodurch Augmenter unter diesen speziellen Bedingungen Reize schwächer wahrnahmen. Vando (1969) führt einen weiteren Befund Petries (1967) an, der zeigte, dass bei Augmentern analgetische Effekte auftraten, wenn bei einer Zahnarztbehandlung zusätzlich auditorische Stimulation (weißes Rauschen) dargeboten wurde, nicht jedoch bei Reducern und Moderates. In diesem Fall schien also bei Augmentern durch die zusätzliche sensorische Stimulation der Punkt erreicht worden zu sein, an dem ein defensives Reducing aller sensorischen Systemen inklusive des nozizeptiven einsetzte.

Die bereits in der Theorie der Stärke des NS erkennbaren zwei distinkten Aspekte der SIM (1. durch die Stärke der exzitatorischen Prozesse charakterisierte Sensitivität für Reize geringer Intensität, 2. der Zeitpunkt des Einsetzens einer TMI zum Schutze des NS vor Überstimulation), werden also auch auf ähnliche Weise von Petrie, unter Verwendung der von ihr geprägten Terminologie, beschrieben. Die Ausführungen Petries und Pavlovs scheinen eine Differenzierung der perzeptuellen Reaktanz in (1) eine permanente SIM und (2) eine protektive SIM bei Überstimulation nahe zu legen. Weiterhin ist in beiden Ansätzen auch ein funktionaler Zusammenhang dieser beiden Arten der SIM erkennbar: Je schwächer das NS (je näher sich eine Person auf dem Kontinuum der perzeptuellen Reaktanz am Augmenting-Pol befindet), bei desto geringeren Reizintensitäten setzt eine TMI (ein protektives Reducing) ein.

In der Untersuchung von Von Knorring, Monakhov und Perris (1978) fand sich der Zusammenhang von permanenter und protektiver SIM auch in EKPs wieder: Vpn mit hoher Sensitivität gegenüber schwacher Stimulation, indiziert durch größere Amplituden im EKP, zeigten vermehrt Reducing, also geringere Amplituden, bei starker Stimulation. Auf eine zurückhaltende Interpretation dieses Befundes aufgrund der mangelnden Standardisierung der EKP-Methode - eine Problematik

die ausführlich in Abschnitt 6 behandelt wird - sei jedoch bereits an dieser Stelle aufmerksam gemacht. Allgemein betrachtet, sollte jedoch offenkundig geworden sein, dass, unabhängig ob die EKP-Methode oder ein anderes Maß für Augmenting-Reducing verwendet wird, in jedem Fall die Berücksichtigung der Stimulationsintensität von entscheidender Bedeutung ist.

Die nachhaltigste Kritik an den Arbeiten Petries betrifft die Messmethodik des KFA. So konnten z.B. sensorische Nacheffekte in einigen Studien nicht als modalitätskonstant nachgewiesen werden (zusammenfassend Barnes, 1976). Kritisiert wurde auch die sehr umständliche Prozedur des KFA und hier besonders die aufwendige Ruhephase zu Beginn von 45 Minuten, in der die Vpn nichts mit ihren Händen berühren dürfen (Barnes, 1976; Clapper, 1990; Herzog, Williams & Weintraub, 1985). Besonders problematisch ist jedoch, dass sich bei wiederholter Messung keine Reliabilität der Klassifizierung anhand des KFA zeigte (Baker, 1988; Baker, Mishara, Kostin & Parker, 1976; Barnes, 1976, 1985; Buchsbaum, 1976; McDonald, 1974; Morgan, 1972; Zuckerman, 1986). Einschränkend muss hierzu angemerkt werden, dass viele Studien die von Petrie (1967, p. 120f) als unumgänglich empfundene anfängliche Ruhephase nicht einhielten. Hierbei stimmt die ausgeprägte Sensitivität des KFA gegenüber präexperimenteller Stimulation jedoch auch gleichzeitig kritisch gegenüber der Anwendbarkeit der Messmethode.

Aufgrund der aufwendigen Messprozedur und fraglichen psychometrischen Qualität ist der KFA dann auch kaum noch zum Einsatz gekommen. Vielmehr wurden mit der Reducer-Augmenter Scale und der EKP-Methode alternative Erfassungstechniken verwendet. Die empirischen Ergebnisse zum Zusammenhang des KFA mit den anderen Erfassungsmethoden für Augmenting-Reducing werden im Anschluss an die ausführliche Behandlung dieser Methoden dargestellt (Abschnitt 4 und 5). Da die Konzeption der perzeptuellen Reaktanz nach Petrie unabhängig von deren Erfassungsmethode betrachtet werden kann, zählen ihre wegbereitenden theoretischen Aussagen noch immer zu den Basispostulaten der SIM und prägten entscheidend das Verständnis von Augmenting-Reducing.

In ihrer bedeutendsten Schrift „Individuality in Pain and Suffering“ (2nd Edition; Petrie, 1978) betont Petrie die anwendungsbezogenen Aspekte der SIM-Forschung. Sie diskutiert beispielsweise einen gesamtgesellschaftlichen Aspekt

des reziproken zwischenmenschlichen Verständnisses, den sie zu verbessern hofft, begründet auf der Tatsache, dass es Menschen aufgrund ihrer unterschiedlichen SIM schwer fällt, sich in die Lage des Anderen einzufühlen. So soll es dem prototypischen Augmenter sehr schwer fallen, sich in die Lage eines Reducers zu versetzen, der unter sensorischer Deprivation tatsächlich leiden kann. Umgekehrt mag es einem stimulationshungrigem Reducer schwer fallen zu verstehen, wie man sich von Reizen überflutet fühlen kann. Weitere diskutierte Themen sind z. B. der Bezug von Augmenting-Reducing zur Bereitschaft, kriminelle Risiken einzugehen, zum Drogen- und Nikotinkonsum und die Charakteristika der perzeptuellen Reaktanz von jugendlichen Straftätern und Alkoholikern.

#### **4. Fragebogenerfassungen der SIM – Die Reducer-Augmenter Scale nach Alan Vando**

Die Konzeption des von Alan Vando (1969, 1974) entwickelten Fragebogens zur Klassifikation von Augmenting-Reducing, der Reducer-Augmenter Scale (RAS), basiert auf den theoretischen Grundlagen der perzeptuellen Reaktanz nach Petrie, wonach Individuen mit einer hohen Schmerztoleranz generell die Tendenz haben, sensorischen Input zu reduzieren. Die Dimension Augmenting-Reducing hat für Vando (1969) mit den Läsionsstudien Petries (1952) am Präfrontalen Kortex ihren Anfang auf der biologischen Stufe und soll deswegen auch aufs Engste in Verbindung stehen mit der Funktion und Integrität dieser anatomischen Region. Als Konsequenz einer Intensitäts-Reduzierung sensorischer Afferenzen folgt nach Vando eine generelle Suche nach einem hohen Stimulationslevel, ein sogenannter Stimulushunger. Hieraus ergibt sich das Konstruktionsprinzip der Items der RAS, welche im forced-choice Format eine hoch-stimulationshaltige Antwortalternative einer niedrig-stimulationshaltigen gegenüber stellen (z.B.: einen Actionfilm sehen – eine Komödie sehen, Aufputzmittel – Beruhigungsmittel, Nervenkitzel – Ruhe). Die Items der RAS erfragen somit die Präferenz für situativen Stimulationsgehalt. Wählt eine Person vermehrt hoch-stimulationshaltige Alternativen wird sie als Reducer klassifiziert. Nach Vando (1969) stellen die RAS und die Schmerztoleranz unterschiedliche Messungen für die Augmenting-Reducing Persönlichkeitsdimension dar. Während die Schmerztoleranz direkt die

Funktion des Frontalkortex reflektiere, beinhalte die RAS als Maß darüber hinaus Verhaltenkorrelate und psychologische Dynamiken.

Aufgrund dieser Beziehung wurden bei der Skalenkonstruktion aus einem Itempool von 142 Items nach dem Kriterium der Maximierung der Trennschärfe für das Kriterium Schmerztoleranz 54 Items selektiert, welche die Endfassung der RAS konstituieren. Die Split-Half Reliabilität der RAS wird mit .89 angegeben, die Retest-Reliabilität (fünf monatiges Intervall) mit .74 (Vando, 1974).

Bei der Validierung dieser Endfassung an einer Stichprobe von 109 angehenden (weiblichen) Krankenschwestern wurde als experimentelle Anordnung ein sich kontinuierlich erhöhender Druckschmerz am Bein verwendet. Bestimmt wurde die Schmerzschwelle (Übergang von Druck zu Schmerz) und die Schmerztoleranz (Zeitdauer von Schmerzschwelle bis zum selbstbestimmten Abbruch der Versuchsbedingung). Diese Bestimmung erfolgte für jede Vpn unter zwei Bedingungen, die sich in der Art der Instruktionen unterschieden. Die Werte der Schmerztoleranz (möglicher Range 0-600, tatsächlicher Range 60-540) in beiden Bedingungen wurden addiert und gingen als ein Maß der Schmerztoleranz in die Auswertung ein. Die Bedeutung der Instruktionen wird von Vando (1969) besonders betont, weil durch sie andere psychologische Sets gebildet werden und Voruntersuchungen zeigten, dass durch unterschiedliche Instruktionen andere Punkt-Ranges zu erwarten sind.

Die Instruktion der 1. Bedingung lautete:

„In some surgical procedures pain is an important signal for the doctor. He wants to know when you first feel pain, and your reports of pain guide him in his work. Of course, he has no desire to hurt you and has an anesthetic spray ready to deaden the area any time you wish. In our experiment a shell of rippled plastic will be placed against your shin with a blood pressure cuff. As the pressure is steadily increased it will begin to cause pain. You are asked to say “now” when you first experience pain, that is, when the pressure changes to pain, and you are asked to say “stop” at that point when you might flinch and hinder the procedure. When you say “stop” the cuff will be removed immediately.” (Vando, 1969, p. 32)

Die Instruktion der 2. Bedingung lautete:

„The instructions are the same as before. Say „now“ when the pressure first becomes pain. However, this time it is important to the doctor to delay anesthesia as long as possible, so do not say “stop” when you think you might flinch, but hold off until you are sure you could not help flinching” (Vando, 1969, p. 33).

Die zweite, motivierendere Instruktion wurde verwendet, um die Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern noch markanter erscheinen zu lassen. Augmenter sollten bei der zweiten Instruktion nach den Erwartungen Vandos ängstlicher reagieren, wodurch die zusätzliche Motivation bei ihnen keinen Effekt zeigen sollte und sie eher weniger schmerztolerant in dieser Bedingung sein sollten im Vergleich zur ersten Instruktion. Reducer hingegen sollten tatsächlich durch die zweite Instruktion eine größere Schmerztoleranz zeigen. Den aufgetretenen Unterschieden widmet Vando bedauerlicherweise nur den kurzen Kommentar: „The second set of instructions did, indeed, serve to increase the distinction between reducers and augmenters” (Vando, 1969, p. 34). Für die aus beiden Bedingungen kombinierten Schmerztoleranzwerte wird eine Korrelation von .839 mit den Werten der RAS berichtet.

Barnes (1985) berichtet eine deutlich geringere Korrelation von  $r = -.38$  zwischen der RAS und Ratings der subjektiv wahrgenommenen Schmerzintensität während eines Cold-Pressor-Tests an einer männlichen Stichprobe. Kohn, Cowles und Dzinis (1989) zufolge reduziert die von Vando verwendete Operations-Analogie im Vergleich zur Standardinstruktion<sup>9</sup> die soziale Erwünschtheitsanforderung, so dass proportional vermehrt die tatsächliche Schmerztoleranz zutage tritt. Kohn (1991) untersuchte die Auswirkungen unterschiedlicher Instruktionen auf den Zusammenhang von RAS und der Schmerztoleranz mit Hilfe eines Druckschmerzes (2300 g auf das mittlere Zeigefingerglied). Eine Korrelation der RAS mit der selbstbestimmten Applikationsdauer konnte nur unter der Operations-Analogie Instruktion ( $r=.45$ ,  $p<.01$ ) beobachtet werden, nicht jedoch unter der Standardinstruktion ( $r=-.02$ , n.s.). Der Einfluss des Faktors Geschlecht wurde in dieser Studie jedoch nicht konsequent kontrolliert. Männliche Vpn zeigten eine signifikant höhere Schmerztoleranz als weibliche Vpn, ein stabil replizierbarer Befund. Darüber hinaus wiesen die männlichen Probanden der Stichprobe

---

<sup>9</sup> Diese wird nach einem weniger aufwendigen Prinzip meist in der folgenden oder ähnlichen Art formuliert: „Versuchen Sie, die Stimulation solange wie möglich zu ertragen.“

durchschnittlich höhere RAS-Werte auf. Eine statistische Kontrolle dieses Effektes auf die Korrelation der Schmerztoleranz mit der RAS fand nicht statt.

Mahoney, Shumate und Worthington (1980) bezweifeln aufgrund des in ihrer Untersuchung nur schwachen Zusammenhangs zwischen RAS-Scores und Indikatoren der Schmerzverarbeitung die Validität der RAS. Zwei Aspekte an der Untersuchung von Mahoney et al. (1980) scheinen jedoch stark kritikwürdig: Zum ersten erwarten die Autoren einen negativen Zusammenhang zwischen RAS-Scores und der Schmerztoleranz, die über die Eintauchdauer des Armes in einen Cold-Pressor-Test erfasst wird. High Scorer der RAS (Reducer) sollten aber schmerztoleranter sein, damit die Bedingung länger tolerieren, womit ein positiver Zusammenhang zu erwarten wäre. Zum zweiten bestehen Ungereimtheiten bei der Angabe der von Mahoney et al. (1980) berichteten Irrtumswahrscheinlichkeiten. Bei gleicher Stichprobengröße ( $n = 84$ ) wird für eine Korrelation von .25 eine Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < .06$  angegeben, während für eine Korrelation von -.21 eine solche von  $p < .03$  berichtet wird.

Unter Verwendung eines quasi-experimentellen Ansatzes konnte Schwerdtfeger (1999) für die selbstbestimmte Gesamtapplikationsdauer eines Hitzereizes Haupteffekte des Merkmals Augmenting-Reducing (bestimmt über die RAS) und des Geschlechts in die zu erwartende Richtung feststellen, sowie eine Interaktion der beiden Faktoren (männliche Reducer zeigten die längste Applikationsdauer). Diese Ergebnisse konnten von Schwerdtfeger, Getzmann und Baltissen (2004) repliziert werden. Wurde die Schmerzschwelle (Zeitdauer vom Beginn der Stimulation bis zur ersten Schmerzempfindung) als abhängige Variable verwendet zeigte sich nur ein Haupteffekt des Faktors Augmenting-Reducing. Für die Schmerztoleranz (Zeitdauer von der Schmerzschwelle bis zum Abbruch der Applikation) zeigte sich ein Haupteffekt des Geschlechts und eine Interaktion der Faktoren Geschlecht und Augmenting-Reducing. Bei der Verwendung eines Druckschmerzes zeigten sich auf die kontinuierlichen Ratings der subjektiv wahrgenommenen Schmerzintensität Haupteffekte der Faktoren Augmenting-Reducing und Geschlecht.

Summarisch betrachtet, lässt sich nicht anzweifeln, dass ein Zusammenhang zwischen der RAS und der Schmerzverarbeitung besteht. Das Ausmaß dieses Zusammenhangs erreichte jedoch in keiner Studie die von Vando (1974) berichtete Höhe. Allerdings hat auch keine Studie eine in allen relevanten Punkten

exakte Replikation der Versuchsanordnung Vandos vorgenommen. Viele Faktoren zeigten hierbei einen Einfluss: die Verwendung von Schmerzschwelle, Schmerztoleranz<sup>10</sup> oder Intensitätsratings als abhängige Variable, die Art der Instruktion, die Art des Schmerzreizes (Cold-Pressor, Druck, Hitze, etc.) und letzten Endes das Geschlecht der Vpn. All diese Faktoren scheinen in einer noch unbekanntem komplexen Interaktionsbeziehung Einfluss auf die Ergebnisse zu nehmen.

Die RAS erwies sich in einer Reihe von Studien als äußerst trennscharf in Bezug auf Verhaltensweisen, die neben der Schmerzverarbeitung in prototypischer Weise mit dem Konstrukt Augmenting-Reducing assoziiert sind. Signifikante Korrelationen konnten für den Gebrauch psychoaktiver Substanzen, wie Alkohol, Nikotin und Marihuana (Barnes, 1985; Kohn, Barnes & Hoffman, 1979; Kohn & Coulas, 1985; Vulcano, Barnes & Langstaff, 1990; Schwerdtfeger, 1999), der eingestellten Lautstärke eines Radios (Davis et al., 1984; Kohn, Cowles & Lafreniere, 1987; Kohn et al., 1986, Schwerdtfeger, 1999) und der durchschnittlichen Schlafdauer pro Nacht (Davis et al., 1984; Kohn et al., 1986) nachgewiesen werden. Darüber hinaus zeigten Schwerdtfeger (1999) sowie Schwerdtfeger und Baltissen (1999, 2002), dass nach der RAS klassifizierte Reducer geringere Amplituden der N1-P2-Komponente in auditorischen EKPs, eine geringere peripherphysiologische Reaktivität in der elektrodermalen Aktivität und tendentiell in der Herzrate zeigten sowie akustische Reize als weniger laut und weniger unangenehm im Vergleich zu Augmentern beurteilten.

Die Ergebnisse auf Q-Datenebene zeigen weiterhin einen deutlichen Zusammenhang zu verwandten biologischen Persönlichkeitsdimensionen und somit eine hohe konvergente Validität der RAS. Vando (1974) berichtet z. B. Korrelationen zur Extraversion von  $r = .65$ , Zusammenhänge vergleichbarer Größe berichten Dragutinovich (1987), Davis et al. (1984) und Barnes (1985). Ebenfalls konnte in vielen Studien ein deutlicher Zusammenhang zur Sensation Seeking Scale und hier besonders zur Subskala Disinhibition gezeigt werden (Kohn, Hunt & Hoffman, 1982; Roger & Raine, 1984; Barnes, 1985; Davis et al., 1984; Dragutinivich, 1987b; Goldman, Kohn & Hunt, 1983; Kohn et al., 1986; Blenner & Haier, 1986; Kohn & Coulas, 1985; Goldman et al., 1983), der zwischen .34 und .71 variierte. Weiterhin wurden signifikante positive Korrelationen (zwischen .29

---

<sup>10</sup> Einige Autoren bezeichnen das Intervall zwischen Schmerzschwelle und selbstbestimmten Abbruch als Toleranz, andere verwenden die Gesamtapplikationsdauer.

und .48) für die SE-Skala (Stärke der Exzitation) des Strelau Temperament Inventory gezeigt (Kohn et al., 1987; Dragutinovich, 1987; Kohn, 1987).

Der Zusammenhang zwischen der RAS und dem KFA, mit einer Erhebung beider Maße innerhalb einer Stichprobe, wurde von Davis, Cowles und Kohn (1984) sowie von Truscott und Fehr (1986b) untersucht. In beiden Untersuchungen bestand kein nachweisbarer Zusammenhang zwischen den beiden Messinstrumenten. Hierbei ist kritisch zu berücksichtigen, dass bei Davis et al. (1984) die Gruppe der Augmenter komplett aus weiblichen Vpn bestand, während in den Gruppen der Reducer und der Moderates beide Geschlechter vertreten waren. Die erforderliche anfängliche Ruhephase des KFA wurde zur Durchführung von Vortests genutzt. Bei Truscott und Fehr (1986b) betrug die Ruhephase nur zehn statt der von Petrie geforderten 45 Minuten. Der nicht vorhandene Zusammenhang zwischen KFA und RAS in den beiden berichteten Studien verwundert, besonders vor dem Hintergrund, dass für beide Methoden eindeutige Zusammenhänge zur Schmerztoleranz gezeigt werden konnten. Ob die beiden Instrumente unterschiedliche Aspekte der Schmerztoleranz erfassen oder methodische Unzulänglichkeiten für die Ergebnisse verantwortlich sind, kann aufgrund der geringen Datenbasis nicht sicher beurteilt werden. Generell stellt sich jedoch auch die Frage nach der Relevanz der Klärung dieses Zusammenhangs, da der KFA aufgrund der oben ausführlich diskutierten Problematik unter methodischen Gesichtspunkten sehr kritisch betrachtet wird.

Kritik wurde an der RAS geübt wegen der faktorenanalytischen Struktur, die nur wenige Sinnesmodalitäten umfasst und einige Modalitäten überrepräsentiert (Kohn, Hunt, Cowles & Davis, 1986; Dragutinovich, 1987; Truscott und Fehr, 1986b). Blenner und Haier (1986) sowie Zuckerman (1994) sehen in der RAS aufgrund des begrenzten Iteminhalts eher ein Instrument zur Erfassung von Sensation Seeking als zur Erfassung der Tendenz, sensorische Stimulation zu modulieren<sup>11</sup>. Diese Kritik des Iteminhalts schmälert jedoch nicht die Validitätsnachweise zu zahlreichen Außenkriterien nach den Vorhersagen der zugrundeliegenden Theorie.

Abschließend betrachtet, kann die RAS im Vergleich zum KFA und der im nächsten Abschnitt dargestellten EKP-Methode als eine ökonomische, wenig

---

<sup>11</sup> Die Iteminhalte basieren natürlich auf dem explizitem Konstruktionsprinzip der RAS, nach welchem die SIM die Präferenz für unterschiedliche Stimulationsgehalte bestimmt, und die Erfassung Letzterer deswegen ein Indikator der Ersteren ist.

zeitaufwendige und trennscharfe Methode zur Klassifikation von Augmenting-Reducing angesehen werden.

## **5. Psychophysiologische Korrelate der SIM: Erfassung von Augmenting-Reducing mittels ereigniskorrelierter Potentiale (EKP) des EEG**

Die Postulation eines Systems der SIM im ZNS ließ es naheliegend erscheinen, die psychophysiologische Basis des Phänomens anhand der hirnelektrischen Aktivität zu untersuchen. Mit den frühen Komponenten sensorisch evozierter EEG-Potentiale standen Indikatoren zur Verfügung, die allgemein sensitiv für physikalische Reizcharakteristika sind und eine systematische Kovariation mit der Reizintensität zeigen (Cobb & Dawson, 1960; Diamond, 1964; Shagass & Schwartz, 1963a,b; Shagass, Schwartz & Krishnamoorti, 1965). Buchsbaum und Silverman (1968) sowie Spiker und Callaway (1969) thematisierten mit dem bei einigen Vpn zu beobachtenden Abfall der Amplitudenhöhe bei Reizen hoher Intensität erstmalig Korrelate der SIM in sensorischen EKPs. Für eine zentrale Generierung dieses Phänomens und gegen eine Verursachung durch periphere Anpassungsprozesse sprechen Ergebnisse von Armington (1964a, 1964b), die eine Reduzierung der EKP-Amplitude bei gleichzeitigem linearem Anstieg der Amplitude im Elektroretinogram belegten, und die Ergebnisse von DeVoe, Ripps und Vaughan (1968), die eine lineare Verkürzung der EKP-Latenzen bei steigender Intensität zeigen konnten, während gleichzeitig eine Reduzierung der Amplitude auftrat. Eine hohe Reliabilität (zwischen .52 und .91) sowie große Übereinstimmung der EKP-Reaktion zwischen eineiigen Zwillingen (.71 im Vergleich zu .09 bei dizygoten Paaren) machen eine stabile biologische Grundlage des Phänomens wahrscheinlich (Buchsbaum, 1974; Buchsbaum, Haier & Johnson, 1983). Blenner und Yingling (1993) konnten zudem Belege für die Normalverteilung der EKP-Amplituden (P1-N1 und N1-P2) erbringen.

Legt man die Theorie der Stärke des NS zugrunde (vgl. Davis et al., 1983), so sollte ein EKP-Reducing, also vergleichsweise geringe Amplituden bei hohen Intensitäten (als Indikator einer kortikalen Schutzhemmung im Sinne einer TMI), mit vergleichsweise hohen Amplituden bei geringen Intensitäten (als Indikator eines schwachen NS nach Pavlov, bzw. einer hohen Reaktivität nach Strelau)

einhergehen. Bei der Vorhersage der Richtung der Amplituden-Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern ist somit die Stimulationshöhe zu beachten, da die Differenzen bei geringen und hohen Intensitäten (bzw. vor und nach dem Einsetzen der TMI) genau entgegengesetzt sein sollen. Reducer sollten, im Vergleich zu Augmentern, bei geringen Intensitäten geringere Amplituden aufweisen. Bei hohen Reizintensitäten sollten Augmenter geringere Amplituden zeigen, da ihre EKP-Reaktionen bereits durch protektive inhibitorische Prozesse<sup>12</sup> verringert werden.

Alternativ hierzu existiert jedoch ebenfalls die Sichtweise, dass Reducing mit generell geringen EKP-Amplituden über den gesamten Intensitätsbereich einhergehe. Diese Sichtweise ist beispielweise auch in der nachfolgenden Aussage von Zuckerman impliziert: „(...) there is sufficient evidence to indicate support for the idea that cortical augmenting is a characteristic of high sensation seekers, particularly those of the disinhibition type and when stimuli in the higher range of intensities are used” (Zuckerman, 1990, p. 336). Die SIM wird von Zuckerman demzufolge als eine Charakteristik des von ihm postulierten Persönlichkeitsmerkmals Sensation Seeking betrachtet<sup>13</sup>. Hier zeigt sich erneut die unter Abschnitt 1 diskutierte Problematik der Begriffsverwirrung von Reducing nach Petrie und EKP-Reducing. Während Zuckerman Sensation Seeking mit EKP-Augmenting (generell höhere Amplituden, also das Fehlen eines EKP-Reducings bei hohen Reizintensitäten) in Zusammenhang bringt, zeigen sich auf Fragebogenebene Zusammenhänge zwischen Sensation Seeking und Reducing (vgl. Abschnitt 4).

Die theoretisch hoch brisante Frage, ob nun Augmenter oder Reducer bei geringen Reizintensitäten höhere Amplituden zeigen oder ob in diesem Bereich gar keine Unterschiede zwischen den beiden Personengruppen existieren, ist bisher noch nicht mit allgemeiner Akzeptanz beantwortet. Mitverantwortlich für das

---

<sup>12</sup> Prinzipiell sollte auch bei Reducern eine TMI zu beobachten sein, allerdings erst bei höheren Reizintensitäten, die sich zum Schutz der Vpn in experimentellen Anordnungen nicht realisieren lassen.

<sup>13</sup> Zum kausalen Verhältnis zwischen SIM und Sensation Seeking bezieht Zuckerman, nach einem Vergleich der Korrelationen zwischen mono- und dizygoten Zwillingen für beide Merkmale, mit den folgenden Worten Stellung: „The results suggest that similarity of identical twins on the psychological trait depends to a large extent on their similarity on the psychophysiological trait. It could be argued that the direction of causation might go the other way (i.e., sensation seeking behavior causing the augmenting of AEP). The stability of the AEP pattern over wide variations in the activity and clinical conditions of bipolar affective disorders argues against the dependence of the AEP on behavior” (Zuckerman, Buchsbaum & Murphy, 1980, p. 207).

Fortbestehen dieser teilweisen Forschungslücke ist die Verwendung einer Klassifizierungsstrategie für Augmenting-Reducing, die nicht in der alleinigen Betrachtung besteht, ob das Kriterium EKP-Reducing vorliegt oder nicht, und auch nicht direkt den Verlauf der Amplitudenhöhe über steigende Reiz-Intensitäten betrachtet. Stattdessen wird in zahlreichen Studien der Steigungskoeffizient einer den Amplitudenantworten auf steigende Reizintensitäten nach dem Kriterium der kleinsten Abweichungsquadrate angenäherte Regressionsgerade verwendet (vgl. Abschnitt 6.2). Dieser Indikator wird als Maß für die Intensitätsabhängigkeit des EKP bezeichnet. Die durch die Verwendung des Steigungskoeffizienten stattfindende Datenreduktion bewirkt, dass die EKP-Amplituden der unterschiedlichen Intensitäten nicht mehr einzeln mit einander verglichen werden können. Methodenkritische Studien (Connolly & Gruzelier, 1982; Dragutinovich, 1987c) zeigten, dass unterschiedliche Klassifizierungsstrategien (z.B. Steigungskoeffizient oder Differenzbildung zwischen den Reaktionen auf die geringste und höchste Intensität) nicht zu übereinstimmenden Zuordnungen führen.

EKP-Amplituden im Zusammenhang mit der SIM wurden jedoch - wenn auch selten - in einigen Studien unter dem Aspekt der absoluten Höhe verglichen. Besonders vielversprechende Ergebnisse zeigten sich mit diesem Ansatz, wenn die Beziehung zur subjektiven Intensitätseinschätzung untersucht wurde. Bei durch Elektroschocks evozierten Potenzialen zeigte sich, dass Vpn, die niedrigere EKP-Amplituden aufwiesen, Schmerz-Reize als subjektiv weniger unangenehm bewerteten (Buchsbaum, 1978). Dieser Zusammenhang zwischen subjektiver Schmerzeinschätzung und der Amplitudenhöhe im EKP konnte vielfach gezeigt werden (z.B. Bromm, Neitzel, Tecklenburg & Treede, 1983; Bromm & Treede, 1991; Chapman, Colpitts, Mayeno & Gagliardi, 1981; Chatrian, Canfield, Lettich & Black, 1974, Chatrian, Canfield, Knaus & Lettich, 1975; Miltner, Braun & Larbig, 1988; Miltner & Weiss, 2000; Miltner, 1998; Weiss, Kumpf, Ehrhardt, Gutberlet & Miltner, 1997) und scheint nicht nur auf den Bereich der Nocizeption im engeren Sinne beschränkt zu sein. Schwerdtfeger und Baltissen (1999) konnten zeigen, dass nach der RAS klassifizierte Augmenter in auditorisch evozierten Potenzialen über alle Intensitäten (65-105 dB(A)) generell höhere Amplituden aufwiesen - ein Abfall der EKP-Amplituden bei der höchsten Reizintensität zeigte sich in dieser Studie in keiner der beiden Vpn-Gruppen. Weiterhin wurden die dargebotenen

Geräusche von der Gruppe der Augmenter signifikant als lauter beurteilt. Eine noch zu klärende Frage bleibt, ob ein linear positiver Zusammenhang zwischen Amplitudenhöhe und subjektiver Intensitätseinschätzung nur vor dem Einsetzen eines EKP-Reducing bzw. einer TMI besteht. Buchsbaum (1976) hält es beispielsweise für unwahrscheinlich, dass ein EKP-Reducing eine Entsprechung im subjektiven Bereich besitzt.

Als besonders problematisch bei der Klassifizierung von Augmenting-Reducing anhand der EKP-Reaktion ist zu betrachten, dass weder ein hinreichend standardisiertes experimentelles Paradigma noch eine allgemein akzeptierte Vorgehensweise bezüglich der Parametrisierung existieren. Der Steigungskoeffizient der Amplituden-Intensitäts-Funktion der am Vertex abgeleiteten P1-N1 Komponente visuell evozierter Potenziale wurde von Buchsbaum et al. (1983) als das am weitesten verbreitetste Maß bezeichnet. Mittlerweile wurden jedoch innerhalb der heterogenen Forschungsbemühungen auch eine Reihe anderer Lokalisationen und Komponenten sowie auditorische EKP verwendet. Aufgrund der Fülle zu berücksichtigender Faktoren, deren Variation sich bereits als kritisch in Bezug auf eine Augmenting-Reducing Klassifikation erwiesen hat, werden diese ausführlich im nachfolgendem Abschnitt behandelt.

Bezüglich der Konvergenz zu anderen Erfassungsinstrumenten wurden zwischen der EKP-Methode und dem KFA sowohl signifikante positive (Buchsbaum & Silverman, 1968; Silverman, Buchsbaum & Henkin, 1969; Spilker & Callaway, 1969; Schooler et al., 1976) als auch negative (Borge, 1973) Zusammenhänge berichtet. Die Aussagekraft dieser Ergebnisse scheint jedoch stark eingeschränkt (vgl. Davis, Cowles & Kohn, 1983; Dragutinovich, 1987c; Goldman et al., 1983), da in keiner dieser Studien eine Kontrolle der Augenbewegungen stattfand. Zusätzlich verwendeten drei Arbeiten (Buchsbaum & Silverman, 1968; Silverman, Buchsbaum & Henkin, 1969; Spilker & Callaway, 1969) eine abgewandelte Form des KFA, während bei den zwei anderen Arbeiten (Borge, 1973; Schooler et al., 1976) unter medikamentöser Behandlung stehende Patientenstichproben (Depressive und Schizophrene) verwendet wurden.

Ebenso uneinheitlich stellt sich die Befundlage bezüglich des Zusammenhangs der EKP-Methode mit der RAS dar. Einige Autoren (Blenner & Haier, 1986; Lukas, 1981; Lukas & Mullins, 1983, 1985) fanden keinen signifikanten Zusammenhang

der beiden Instrumente. Bei Lolos, Camposano und Etcheberrigaray (1989) bestand in der Gesamtstichprobe ebenfalls kein Zusammenhang, bei Berücksichtigung nur der weiblichen Vpn bestand ein negativer, bei Berücksichtigung nur der männlichen Vpn bestand ein positiver Zusammenhang. Mullins und Lukas (1984) fanden einen positiven Zusammenhang bei Aufmerksamkeitsausrichtung auf die Reize, Lukas (1987) fand einen nicht signifikanten positiven Zusammenhang von  $r=.40$ . In der Untersuchung von Roger und Raine (1984) bestand ein Zusammenhang von  $r=-.38$  bei auditorischen EKPs, bei visuellen EKPs fanden die Autoren keinen Zusammenhang.

Die Heterogenität der Befundlage stimmt kritisch, ob aufgrund der fehlenden Standardisierung der EKP-Methode die Ergebnisse unterschiedlicher Studien in so geringem Ausmaß vergleichbar sind, dass sie dazu tendieren, beliebig zu werden. Weiterhin drängt sich die Frage auf, ob die von Davis et al. (1983) vorgeschlagene Gleichsetzung von KFA-Augmenting mit EKP-Reducing wirklich zwingend erscheint, oder ob sich hier tatsächlich statt eines semantischen ein tiefer gehendes Problem darstellt. Während es sich beim Reducing nach Petrie um eine permanente SIM unabhängig von der Reizintensität handelt, bei der es primär um die Modulation von Wahrnehmungsinhalten geht, ist das Reducing im EKP nach Buchsbaum ein Schutzmechanismus vor Überstimulation, der nur bei hohen Reizintensitäten einsetzt und primär ein Phänomen auf psychophysiologischer Ebene darstellt. Wie bereits referiert, hält Buchsbaum (1976) es dabei für unwahrscheinlich, dass für ein EKP-Reducing eine Entsprechung im subjektiven Bereich existiert. KFA- und EKP-Reducing könnten demnach auch als zwei grundsätzlich unterschiedliche Phänomene verstanden werden, die zudem noch auf unterschiedlichen Beschreibungsebenen (subjektiv vs. psychophysiologisch) generiert wurden.

## **6. Exkurs: Problematiken der EKP-Methode**

Seit der erstmaligen Anwendung eines EKP-Augmenting-Reducing-Paradigmas im Jahre 1968 ist diese Methodik in einer Vielzahl von Studien verwendet worden, die zum jetzigen Zeitpunkt den größten Teil der zur SIM publizierten Literatur ausmachen. Die jedoch sehr heterogene Befundlage legt den Schluss nahe, dass diese Art der Erfassung im höchsten Maße sensibel auf methodische

Modifikationen reagiert. Folgende Faktoren haben sich in diesem Kontext als bedeutend erwiesen und sollen im folgenden näher erläutert werden: (1) Die Verwendung einer Elektrookulogramm(EOG)-Korrektur, (2) Die Verwendung eines Steigungskoeffizienten, (3) Die Lokalisation der Elektrodenposition, (4) Die Modalität der dargebotenen Reize, (5) Die Auswahl der EKP-Komponente, (6) Die Art der Stimulus-Darbietung. Zudem sind (7) als weitere intervenierende Faktoren das Geschlecht und das Alter der Vpn diskutiert worden.

### **6.1 EOG-Korrektur**

In rezenten EEG-Studien werden standardmäßig Einflüsse der Augenbewegungen, die über das EOG erfasst werden, kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert, da diese als bedeutende Artefaktquelle im EEG-Signal bekannt sind. In den 1960er und 1970er Jahren, in denen auch die ersten und immer noch häufig zitierten Arbeiten mit einem Augmenting-Reducing-Paradigma publiziert wurden, gehörte eine EOG Korrektur noch nicht zum Standard und wurde in vielen Untersuchungen nicht durchgeführt (z.B.: Buchsbaum & Silverman, 1968; Schechter & Buchsbaum, 1973; Schooler, Buchsbaum & Carpenter, 1976; Silverman, Buchsbaum & Henkin, 1969; Spilker & Callaway, 1969). Iacono, Gabbay und Lykken (1982) demonstrierten die Bedeutsamkeit einer Erfassung der Augenbewegungen, insbesondere bei Augmenting-Reducing-Versuchsanordnungen mit visuellen Reizen, indem sie Korrelationen der EOG-Amplituden mit den Amplituden der Komponenten P1, N1 und P2 (gemessen am Vertex) von  $-.46$  bis  $-.51$  aufzeigen konnten.

Die Amplituden dieser Komponenten werden also ohne Korrektur des EOG-Einflusses unterschätzt. Darüber hinaus wiesen die mit den Reizen in Verbindung stehenden Augenbewegungen eine äußerst hohe zeitliche Stabilität (Retest-Reliabilität:  $.82$  bis  $.90$ ) auf. Somit besteht bei Unterlassung einer adäquaten Kontrolle der EOG-Aktivität die Gefahr einer Konfundierung mit der Augmenting-Reducing Klassifizierung; je mehr eine Versuchsperson blinzelt, desto wahrscheinlicher wird diese als Reducer klassifiziert, unabhängig von der Amplitude der zentralnervösen Reaktion auf die Stimuli. Ergebnisse von Untersuchungen, in denen keine EOG-Korrektur stattfand, sollten daher mit äußerster Zurückhaltung interpretiert werden.

## 6.2 Verwendung des Steigungskoeffizienten

Bei einer Verwendung des Steigungskoeffizienten einer linearen Regression der EKP-Amplituden auf Reize steigender Intensität wird nach dem Prinzip der kleinsten Abweichungsquadrate für jede  $V_p$  eine Regressionsgerade dem Verlauf der EKP-Amplituden über unterschiedliche Intensitäten angenähert. Die Größe des Steigungskoeffizienten dieser Funktion wird als proportionales Maß für die Intensitätsabhängigkeit des evozierten Potenzials interpretiert. Intensitätsabhängigkeit liegt in einem hohen Maße dann vor, wenn ein linearer Anstieg der Reizintensität einen proportionalen Anstieg der EKP-Amplituden bewirkt. Das Auftreten eines Amplitudenabfalls bei Reizen hoher Intensität bewirkt eine Minderung der Regressionsgeraden-Steigung und damit auch eine Interpretation als geringere Intensitätsabhängigkeit des EKP. Buchsbaum et al. (1983, p. 122) fassen den Zusammenhang von Steigungskoeffizient und SIM mit den Worten: „A high positive slope represents augmenting, an increased cortical response with increasing stimulus intensity; low or negative slopes represent reducing and are usually produced by decrements in response at the higher stimulus intensities.”

Die Verwendung dieses Maßes ist wegen seiner geringen Varianzaufklärung des Gesamtamplitudenverlaufs kritisiert worden (Barratt, 1993; Braden, Haier, Robinson & Space, 1983; Carillo-de-la-Pena, 1992; Carillo-de-la-Pena & Barratt, 1993; Connolly & Gruzelier, 1982; Dragutinovich, 1987b; Soskis & Shagass, 1974). Die Ursache dafür liegt in der von Iacono, Gabay und Lykken (1982) formulierten Tatsache begründet, dass der Verlauf der EKP-Amplituden keinen linearen Trend aufweist, besonders wenn ein EKP-Reducing bei hohen Intensitäten vorliegt. Zudem beinhaltet der Steigungskoeffizient keine Informationen über die absolute Höhe der Amplituden. Die mit der Verwendung des Steigungskoeffizienten einhergehende Datenreduktion erlaubt keine eindeutige Beurteilung des Verhältnisses eines EKP-Reducing bei hohen Intensitäten und der Amplitudenhöhe bei geringen Intensitäten.

### 6.3 Lokalisation

Die Wahl des Ableitortes ist wegen fehlender Übereinstimmungen in den Amplitudenverläufen an unterschiedlichen Positionen (Connolly & Gruzelier, 1982; Prescott et al., 1984) von entscheidender Bedeutung für eine Augmenting-Reducing-Klassifizierung. Durch die Annahme eines modalitätsübergreifenden Intensitäts-Modulationsmechanismus wurde eine als modalitätsunspezifisch geltende Elektrodenposition, der Vertex, (Cz nach dem 10/20 System von Jasper (1958)) favorisiert (siehe Buchsbaum et al., 1983). Buchsbaum und Pfefferbaum (1971) konnten bei visuell evozierten Potenzialen Reducing-Verläufe überhaupt nur an Cz, nicht jedoch an okzipitalen Elektroden, beobachten. Die Unspezifität der Position Cz wird jedoch von Hegerl (1994) aufgrund von Dipolanalysen generell angezweifelt. Die dort gemessene Aktivität wird seiner Meinung nach bei visuellen Reizen durch die Aktivität sekundär-sensorischer Areale verursacht, bei auditorischen Reizen durch primär-sensorische Areale. Einige Autoren plädieren demzufolge entgegen dem Vorschlag Buchsbaums, für die Ableitung über primärsensorischen Arealen, aufgrund von auch dort vorgefundenen Reducing-Verläufen, z.B. Oz bei visuellen EKP (Blenner & Yingling, 1993; Cohn, Dustman & Shearer, 1985; von Knorring, 1974, 1980; Raine et al., 1981; Stenberg, Rosen & Risberg, 1990) und temporalen Positionen bei auditorischen EKP (Prescott et al., 1984). Ein weiterer Vorschlag sieht aufgrund der vermuteten präfrontal lokalisierten sensorischen Kontrollinstanz, in frontalen Positionen (Fz) einen geeigneten Ableitort (Bruneau, Roux, Perse & Lelord, 1984; Bruneau, Roux, Garreau & Lelord, 1985). Diese Position lässt sich auf die grundlegenden Läsionsstudien von Petrie (1952) am präfrontalen Kortex zurückführen.

Da die EKP-Verläufe an allen genannten Positionen nicht vergleichbar sind (Buchsbaum & Pfefferbaum, 1971; Connolly & Gruzelier, 1982; Lukas, 1987; Stenberg et al., 1988; Prescott et al., 1984, Carillo-de-la-Pena, 1999), wäre für die Entscheidung für oder gegen einen bestimmten Ableitort ein Außenkriterium nötig, an dem die Validität der Kurvenverläufe unterschiedlicher Lokalisationen bestimmt und verglichen werden könnte.

Die Untersuchung von Stenberg, Rosen und Risberg (1988) macht besonders deutlich, dass die Wahl des Ableitortes von großer Bedeutung ist, da die Verläufe an unterschiedlichen Lokalisationen auch i.d.R. mit anderen psychologischen und

psychophysiologischen Prozessen in Verbindung gebracht werden. Stenberg et al. (1988) konnten einen Zusammenhang der EKP-Amplituden mit den Dimensionen Extraversion und Sensation Seeking bei visuellen EKPs nur an Cz in der vermuteten Richtung vorfinden. Über primären sensorischen Arealen (Oz) bestand der Zusammenhang für eine frühe negative Komponente (N60) in entgegengesetzter Richtung. Die Autoren zogen daraus den Schluss, dass persönlichkeitsbedingte Differenzen in visuellen EKPs vielmehr auf unterschiedliche Ressourcenzuweisungen zwischen primären und assoziativen Gebieten hinweisen, als dass sie Zeichen einer generellen Inhibition seien.

Wird die EKP-Reaktion nicht über unspezifischen Arealen abgeleitet, ist die Wahl des Ableitortes, wie bereits offenkundig wurde, von der Reizmodalität abhängig. Die generelle Rolle der Modalität wird im folgenden Abschnitt behandelt.

#### **6.4 Modalität**

Die ursprüngliche Hypothese einer modalitätsübergreifenden Funktionsweise eines SIM-Mechanismus konnte mit Hilfe sensorischer EKPs unterschiedlicher Modalitäten bisher nicht bestätigt werden. Korrelationen zwischen sensorischen EKPs unterschiedlicher Modalitäten sind sehr gering und in den häufigsten Fällen statistisch nicht signifikant (Kaskey et al., 1980; Raine et al., 1981; Stenberg et al., 1988; Buchsbaum et al., 1983; Blenner & Yingling, 1993; Lolas et al., 1987). Schechter und Buchsbaum (1973) konnten Modalitätsübereinstimmungen nur dann feststellen, wenn die Aufmerksamkeit der Vpn durch Zählen der Reize kontrolliert wurde. Obwohl Buchsbaum (1976) zahlreiche Studien anführt, die schon bei sehr geringen Intensitäten in der auditorischen Modalität (70-75 dB) ein Reducing fanden (Davis & Zerlin, 1966; Beagley & Knight, 1967; Moore & Rose, 1969; Picton, Goodman & Bryce, 1970; Kollar, 1971; Marco, 1972; Khechinashvili, Kevanishvili & Kajaia, 1973), existieren auch Untersuchungen, die ein solches Reducing, auch bei sehr hohen Intensitäten (bis zu 105 dB) gar nicht fanden (Schwerdtfeger & Baltissen, 1999; Lukas & Mullins, 1983; Carillo-de-la-Pena, 1999). Dieser Widerspruch konnte bisher noch nicht aufgeklärt werden. Aus den fehlenden crossmodalen Zusammenhängen hat sich die Frage ergeben, ob es den Reducer und Augmenter überhaupt gibt oder ob, entgegen der ursprünglichen Konzeption, die SIM-Tendenz nur jeweils beschränkt auf eine Modalität zu

betrachten ist. Wahrscheinlich ist aber auch, dass das Fehlen crossmodaler Korrelationen auch mit der oben diskutierten Lokalisationsproblematik zusammenhängt. Aus den bereits erwähnten Dipolanalysen wurde von Hegerl (1994) der Schluß gezogen, dass akustische EKPs an Cz die Aktivität primär-sensorischer Areale reflektieren, während visuelle EKPs die Aktivität sekundär-sensorischer Areale widerspiegeln. Bei der gleichzeitigen Untersuchung unterschiedlicher Modalitäten könnte es nötig sein, zwischen den Modalitäten verschiedene Lokalisationen, vielleicht sogar verschiedene Komponenten (vgl. die Ausführungen im folgenden Abschnitt) zueinander in Beziehung zu setzen, um ähnliche zugrunde liegende psychophysiologische Prozesse miteinander zu vergleichen.

Auf einen weiteren relevanten methodischen Aspekt weist die Untersuchung von Zuckerman et al. (1988) hin. Hier bestand ein Zusammenhang der Steigungskoeffizienten in der auditorischen und visuellen Modalität nur bei einem, für eine Augmenting-Reducing Anordnung ungewöhnlich langen Interstimulusintervall (ISI) von 17 Sekunden. Hegerl, Karauchnow, Herrmann und Müller-Oerlinghausen (1992) sehen diesen Effekt, in Übereinstimmung mit den Befunden von Schechter und Buchsbaum (1973), durch das Wirken von Aufmerksamkeitsprozessen vermittelt. Bei langem ISI sollen relativ früh einsetzende Adaptationsprozesse zu ähnlichen Amplitudenverläufen führen.

## 6.5 Komponente

Zur Erschwernis eines Standardisierungsversuches besitzt nicht nur eine einzige EKP-Komponente Sensitivität für physikalische Reizcharakteristika. In bisherigen Untersuchungen wurden die Komponenten N1 (z.B. Bruneau et al., 1984 ; Connolly & Gruzelier, 1982) und P2 (z.B. Orlebeke, Kok & Zeillemaker, 1989) häufig verwendet. Hinzu kommt, dass zwei unterschiedliche Parametrisierungen verbreitet sind. Die Erste ist die bei den eben erwähnten Einzelpeaks N1 und P2 angewendete Peak-to-Baseline Messung, bei welcher der Gipfelpunkt der Amplitude in Bezug zur Nulllinie ausgemessen wird. Die zweite Art ist die Peak-to-Peak Messung, bei welcher die Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden positiven und negativen Gipfelpunkten bestimmt wird. Komponenten dieser Parametrisierungsart mit häufiger Verwendung im Kontext der SIM sind die P1-N1

(z.B. Buchsbaum & Silverman, 1968) und N1-P2 (z. B. Brocke, Beauducel & Tasche, 1999; Hegerl, Prochno, Ulrich & Müller-Oerlinghausen, 1989; Hegerl, Gallinat & Mrowinski, 1995; von Knorring, 1980). EKP-Verläufe zeigten sich, wie beim Vergleich über unterschiedliche Lokalisationen, auch bei Verwendung unterschiedlicher Komponenten nicht konsistent (Prescott et al., 1984; Buchsbaum et al., 1983).

## **6.6 Art der Stimuluspräsentation**

Neben der bereits unter 6.4 erwähnten Länge des ISI sind noch weitere Aspekte, welche die Art der Stimulusdarbietung betreffen und potentiell Einfluss auf die Reaktion im EKP haben könnten, untersucht worden. Carillo-de-la-Pena (1999) zeigte, dass bei randomisierter im Vergleich zu blockweiser Darbietung der unterschiedlichen Reiz-Intensitäten generell höhere Amplituden auftreten. Dieser Effekt wurde durch unterschiedliche Habituationvorgänge erklärt. In der Untersuchung von Buchsbaum, Landau, Murphy und Goodwin (1973), die jedoch ohne EOG-Korrektur durchgeführt wurde, bestanden allerdings hohe Korrelationen zwischen den Amplituden in geblockter und randomisierter Darbietung. Bei geblocktem Ablauf sollen die Darbietungen in ansteigender und absteigender Intensität vergleichbare Ergebnisse erbringen (Carillo-de-la-Pena, 1999; von Knorring, Monakhov & Perris, 1978).

## **6.7 Intervenierende Faktoren: Geschlecht und Alter**

Zwei weitere Faktoren könnten nach bisherigem Forschungsstand mit großer Wahrscheinlichkeit als intervenierende Variablen auf die SIM wirken. Auch diese sollten in experimentellen Untersuchungen kontrolliert und auf eine Interaktion mit dem Persönlichkeitsmerkmal geprüft werden. In diesen Bereich fallen Geschlechtereffekte. Zahlreiche Studien konnten bei weiblichen Vpn im Vergleich zu männlichen Vpn generell höhere Amplituden beobachten (Blenner, 1993; Buchsbaum & Silverman, 1968; Buchsbaum & Pfefferbaum, 1971; Silverman, Buchsbaum & Henkin, 1969, Silverman, 1972; Übersicht bei: Buchsbaum et al., 1983).

Des Weiteren konnten in einigen Studien Alterseffekte beobachtet werden, die auf den ersten Blick ein inkonsistentes Bild vermitteln. Buchsbaum, Henkin und Christiansen (1974) sowie Hegerl et al. (1995) fanden eine Abnahme der EKP-Amplitudenhöhe mit steigendem Alter. Andere Autoren (Cohn, Dustman & Shearer, 1985; Dustman, Shearer & Snyder, 1982; Kramer, Hofman, Elton & Kerkhof, 1996) fanden eine Zunahme der Amplitudenhöhe mit steigendem Alter. Dieser scheinbare Widerspruch könnte auf einen nicht-linearen Zusammenhang zurückführbar sein, der bei Verwendung unterschiedlicher Altersklassen unter Linearitätsannahme genau entgegengesetzte Ergebnisse verursacht. Evidenz hierfür erbrachte die Studie von Dustman, Shearer und Emmerson (1991). Hier konnte eine U-förmige Beziehung zwischen Lebensalter und EKP-Amplitudenhöhe mit einem breiten Sattelpunkt bei einem Alter von 17 – 40 beobachtet werden.

## **6.8 Abschließende Bewertung**

Die Befundlage zu EKP-Korrelaten der SIM ist äußerst heterogen. Konzeptuelle Schwächen und eine fehlende Standardisierung machen EKP-Studien unterschiedlicher Autoren praktisch nicht vergleichbar. Aus dem gleichen Grund können auch die aus unterschiedlichen verbreiteten Positionen innerhalb der SIM-Theorien stammenden divergierenden Vorhersagen bezüglich der EKP-Reaktion noch nicht abschließend beurteilt werden. Ein möglicher Standardisierungsversuch, wiewohl dieser ein sehr aufwendiges Design aufweisen müsste, sollte unter systematischer Variation aller bekannten Einflussfaktoren auf die Augmenting-Reducing-Klassifikation mittels EKP, die Validität unterschiedlicher Vorgehensweisen anhand des Zusammenhangs zu mindestens einem Außenkriterium vergleichen. Als Außenkriterium könnten z. B. subjektiv empfundene Intensitäts- und Aversivitäts-Ratings dienen.

## **7. Differenzierung und Integration Arousal-basierter Persönlichkeitskonstrukte**

Das Gebiet der Arousal-basierten Persönlichkeitskonstrukte<sup>14</sup>, in welches sich auch die Theorien zur SIM einordnen lassen, umfasst, wie in den vorangegangenen Abschnitten dargelegt werden konnte, Modelle die den östlichen und westlichen Forschungstraditionen entstammen. Die östlichen Theorien (z.B. Stärke des Nervensystems nach Pavlov, Reaktivität nach Strelau) zeigen dabei trotz unterschiedlicher Terminologie und teilweise abweichender experimenteller Vorgehensweisen große inhaltliche Übereinstimmung mit den westlichen Theorien. Gray (1964, p. 289) sowie Strelau (1998, p. 17) schlagen, um eine Integration der östlichen und westlichen Forschungstradition bemüht, vor, das Konzept Stärke des Nervensystems als Dimension zu betrachten, welche die Disposition zur Aktivierungsentwicklung beschreibt und schlagen hierfür den Begriff „Arousability“ vor. Kohn (1987, 1991) geht auf diesem Weg noch einen Schritt weiter und schlägt vor, dass die Indices zur Erfassung der Merkmale Reaktivität (Reactivity Scale), Stärke der Exzitation (Strelau Temperament Inventory), Extraversion (EPQ) und Augmenting-Reducing (RAS) aufgrund ihrer konzeptuellen Ähnlichkeit und empirischen Korrelation *alle* als Index der generellen Eigenschaft „Arousability“ verwendet werden könnten. Hier verweist Strelau (1985) wiederum darauf, dass neben Unterschieden im psychologischen Inhalt und in den Interpretationen der unterschiedlichen Konstrukte, sich diese zwar allesamt mit dem allgemeinen Phänomen des Arousal beschäftigt, hierbei jedoch unterschiedliche Aspekte desselben betrachten.

Die Abgrenzung zwischen den Konstrukten Introversion-Extraversion nach Eysenck und Augmenting-Reducing scheint hierbei aus zwei Gründen besonders wesentlich. Während die Dimension Extraversion sich als biologische Grundlage auf ein allgemeines tonisches Arousalniveau bezieht (Aktiviertheit nach Fahrenberg, 1983), liegt der Eigenschaft Augmenting-Reducing eine durch sensorische Stimulation ausgelöste phasische Erregung (Aktivierung nach Fahrenberg, 1983) zugrunde. Weiterhin wird als anatomische Grundlage der

---

<sup>14</sup> Hiermit sind alle Konstrukte gemeint, welche die biologischen Grundlagen des menschlichen Organismus berücksichtigen und zur Erklärung interindividueller Differenzen in irgendeiner Form Bezug auf das Konzept der Aktivierung nehmen.

Extraversion das aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem (ARAS) betrachtet, während für die SIM keine subkortikale (vgl. Lukas & Siegel, 1977), sondern eine kortikale, am ehesten frontale, Kontrollinstanz verantwortlich gemacht wird. Werden die Konstrukte Extraversion und Augmenting-Reducing auf dieser Grundlage konzipiert, liegt eine vollkommene Unabhängigkeit fern, da auch (phasische) Aktivierung nicht unabhängig von (tonischer) Aktiviertheit ist. Ebenso fern liegt aber auch eine Gleichsetzung der beiden Konstrukte. Die Korrelation zweier Fragebogen, welche noch dazu aufgrund der großen Ähnlichkeit des Iteminhalts nicht überrascht, darf hierbei nicht einen Vergleich der zugrundeliegenden Theorien ersetzen.

In dem skizzierten Spannungsfeld zwischen der Integration unterschiedlicher Konzepte zum Supertrait Arouisability und der Differenzierung von Konstrukten, die sich teilweise nur durch die verwendete Terminologie unterscheiden, liegt auch die zukünftige Entwicklung des Konstruktes Augmenting-Reducing. Zur Bestimmung des Beitrags, den eine Theorie der SIM zum Verständnis der menschlichen Persönlichkeit leisten kann, bedarf es beim derzeitigen Forschungsstand einer klareren Begründung von Augmenting-Reducing als eigenständiges Persönlichkeitskonstrukt sowie der damit einhergehenden Abgrenzung von anderen Konstrukten und der Eingrenzung der empirischen Sachverhalte (Hermann, 1969), die innerhalb des konzeptuellen Rahmens integriert werden können. Die vorliegende Arbeit fokussiert aus diesem Grund im experimentellen Teil den Aspekt des Geltungsbereiches des Konstruktes Augmenting-Reducing.

## Kapitel 2: SIM und Informationsverarbeitung

### I. Theorie

#### 1. Überblick

Um die Fragen des Geltungsanspruchs und Erklärungswertes von Augmenting-Reducing genauer zu klären, erscheint ein entscheidender Weg zu sein, die Erkenntnisse zu bisher noch wenig untersuchten Merkmalen dieser Persönlichkeitsdimension eingehender zu vertiefen, mit dem Ziel, zu einer präzisen und möglichst umfassenden Charakterisierung von Personen zu gelangen, die man als Augmenter oder Reducer bezeichnet. Im eben genannten Sinne wenig untersuchte Merkmals-Manifestationen für Augmenting-Reducing konnten in jüngsten Untersuchungen in Indikatoren der Informationsverarbeitung bei der Bearbeitung von Reaktionszeitaufgaben nachgewiesen werden (Schwerdtfeger, 1999; Schwerdtfeger & Baltissen, 1999, 2002; Schwerdtfeger, Getzmann & Baltissen, 2004). Nach der RAS klassifizierte Reducer zeigten hierbei u.a. schnellere Reaktionszeiten als Augmenter. Diese Ergebnisse entstanden aus explorativen Ansätzen, die inspiriert wurden durch Inferenzen aus Untersuchungen zu den verwandten Arousal-basierten Persönlichkeitskonstrukten Extraversion, Impulsivität und Disinhibition, deren Zusammenhang zu Reaktionszeiten wiederum häufig diskutiert wird (z. B. Brebner & Cooper, 1974; Dickman & Meyer, 1988; Doucet & Stelmack, 1997, 2000; Exposito & Andres-Pueyo, 1997; Orlebeke, van der Molen, Dolan & Stoffels, 1990). Die nicht-theoriegeleitete Vorgehensweise bei der Untersuchung des Zusammenhangs von Augmenting-Reducing und Reaktionszeiten bedingte allerdings, dass bis zum jetzigen Zeitpunkt kaum Erklärungsansätze existieren, die sich singularär auf die Theorie der SIM beziehen. Stattdessen wurden zum größten Teil Hypothesen zur Erklärung der Reaktionszeitunterschiede zwischen Augmentern und Reducern diskutiert, die aus den Theorien anderer Persönlichkeitsmerkmale entstanden sind. Zur Untermauerung der Eigenständigkeit des Konstruktes Augmenting-Reducing, wäre es notwendig, zu einem eigenen Erklärungsansatz dieser Reaktionszeitdifferenzen zu gelangen, der aus der SIM-Theorie abgeleitet ist, Vorhersagen macht, die sich von den Vorhersagen anderer Theorien abgrenzen

und Differenzen zwischen Augmentern und Reducern nicht nur durch die Tatsache der Korrelation von Augmenting-Reducing mit anderen Merkmalen erklärt.

Entsprechend der Charakterisierung des Ansatzes der mentalen Chronometrie von Posner (1978) soll in der vorliegenden Arbeit der Versuch unternommen werden, mit Hilfe von Reaktionszeiten Rückschlüsse auf die Struktur und Funktion sowie dem zeitlichen Verlauf der menschlichen Informationsverarbeitung zu gewinnen. Die Mentale Chronometrie beschäftigt sich mit der temporalstrukturellen Organisation des menschlichen Berechnungsmechanismus, der schnelle Aufgabenbearbeitung vermittelt (van der Molen, Bashore, Halliday & Callaway, 1991). Aus den traditionell in diesem Ansatz genutzten offenen Verhaltensmaßen, neben Reaktionszeiten auch die Antwortgenauigkeit, sollen Aussagen über Temperaments-abhängige Differenzen in verdeckt ablaufenden mentalen Prozesse abgeleitet werden. Weiterhin sollen einige der in dem Bereich der Chronopsychophysiologie (van der Molen et al., 1991) entwickelten, psychophysiologischen Indikatoren der Informationsverarbeitung einen erweiterten und direkteren Zugang zu den nicht beobachtbaren mentalen Prozessen, in denen Unterschiede in Abhängigkeit vom Merkmal Augmenting-Reducing vermutet werden, gewähren. Der Vorteil psychophysiologischer Methoden in diesem Kontext besteht in deren Potenz, kognitive Prozesse in ihrem zeitlichen Ablauf darzustellen und nicht nur lediglich den Input und Output der Informationsverarbeitung zu beschreiben.

Innerhalb des Forschungsgebietes der Mentalen Chronometrie herrscht Einigkeit darüber, dass sich der mentale Prozess, der zwischen Stimulus und Reaktion abläuft, aus separaten, funktional unterscheidbaren Prozessen oder Stufen, zusammensetzt. Kontroverse Ansichten bestehen hinsichtlich der Anzahl und Funktion dieser Prozesse, deren Ablauf (seriell oder parallel) und der Informationsübertragung zwischen ihnen (diskret oder kontinuierlich) (z.B. Eriksen & Schultz, 1979; McClelland, 1979; Miller, 1982). Schon Donders (1868/1969) konzipierte Modelle, in denen die Information seriell je nach Aufgabenart zwei bis vier Stufen durchläuft. Weiteren bedeutenden Einfluss hatte die von Sternberg (1969) entwickelte Methode der Additiven Faktoren, sowie deren Anwendung und

kritische Hinterfragung<sup>15</sup> durch Sanders (1980, 1983, 1990). Ein Stufenmodell der Informationsverarbeitung mit hoher Allgemeingültigkeit und großem heuristischem Wert, welches bereits häufig als Grundlage der Erforschung der menschlichen Informationsverarbeitung diente (z.B. Doucet & Stelmack, 1999, 2000; Leuthold, Sommer & Ulrich, 1996, Schwerdtfeger, 1999), ist das von Coles, Smid, Scheffers und Otten (1995) vorgeschlagene. Hierbei wird angenommen, dass zwischen jeder Reiz-Reaktions-Verbindung mindestens die Stufen der Reizcodierung (stimulus encoding), Reaktionsauswahl (response selection) und Reaktionsausführung (response execution) durchlaufen werden müssen. Nach Sanders (1990) konnte mit Hilfe der Methode der Additiven Faktoren die Existenz von sechs Verarbeitungsstufen (drei auf perzeptueller Ebene, eine Stufe der Reaktionsauswahl und zwei auf motorischer Ebene) bisher überzeugend belegt werden. Das von Sanders (1990) vorgeschlagene Modell kann als eine Differenzierung des von Coles et al. (1995) dargestellten Modells verstanden werden. Abbildung 2.1 enthält eine Integration der beiden Modelle.

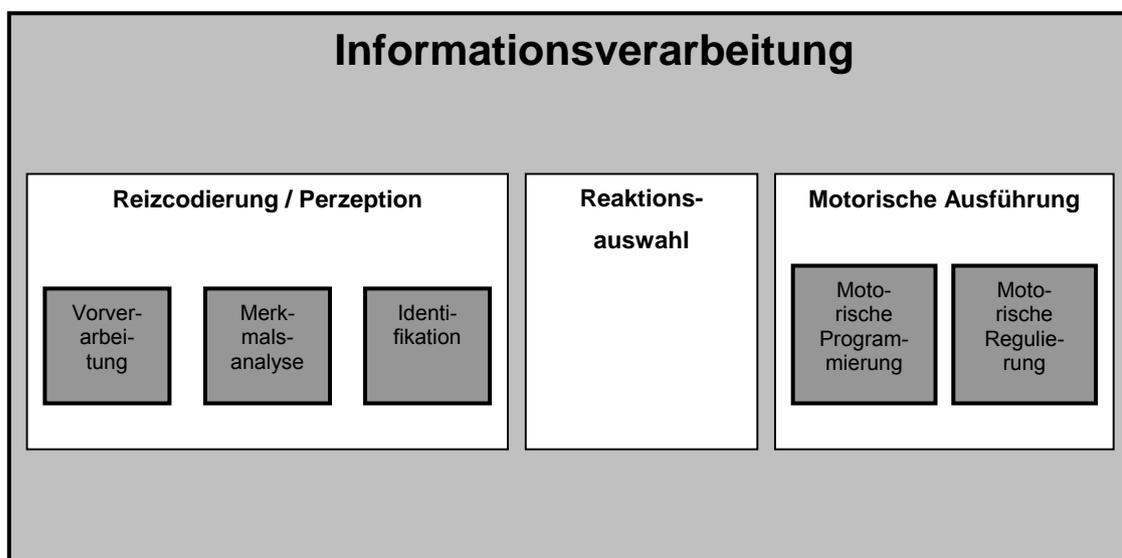


Abb. 1: Modell der Informationsverarbeitung für eine Klassische Reaktionsaufgabe, bei der dem Zeitpunkt der Reaktion (Tastendruck) eine Bewegung vorausgeht.

<sup>15</sup> „The problem is that the additive factor method is based upon a number of strong assumptions including unidimensional cognitive processing, strict serial processing between stages, no feedback loops during the reaction process and a constant stage output. As soon as some of these assumptions are weakened the data become multi-interpretable (Taylor 1976; McClelland 1979)“ (Sanders, 1983, p. 69).

Ein solches Stufenmodell der Informationsverarbeitung zugrunde legend, stellt die vorliegende Studie die Frage, ob Leistungsunterschiede in Reaktionszeitaufgaben in Abhängigkeit von Augmenting-Reducing ihre Ursachen auf den Stufen der sensorischen Verarbeitung (Reizcodierung), motorischen Initiierung (Reaktionsauswahl) oder der Arbeitsweise des motorischen Systems (Reaktionsausführung) haben. Als Indikatoren dieser Informationsverarbeitungsstufen werden u.a. psychophysiologische Maße verwendet. Da die Interpretation der Maße der Chronopsychophysiologie sich erst aus vorrausgegangenen Grundlagenstudien erschließt und unerlässlich sowohl für die bisherigen Erklärungsansätze zu den Reaktionszeitdifferenzen zwischen Augmentern und Reducern als auch für die theoretische Ableitung der Fragestellung der vorliegenden Untersuchung ist, soll vorab in dem nachfolgend dargestellten Exkurs die Bedeutung einiger relevanter psychophysiologischer Indikatoren und deren Zuordnung zu spezifischen Informationsverarbeitungsstufen dargestellt werden.

Auf der Ebene der Verhaltensmaße hat sich die erstmals von Jensen und Munro (1979) vorgenommene Differenzierung der Gesamtreaktionszeit in die Komponenten Entscheidungszeit und Bewegungszeit zunehmend durchgesetzt: „In research analyzing the chronometry of mental ability, it is now common practice to distinguish response time in terms of reaction time (RT), the time required to evaluate a stimulus and to select a response, and movement time (MT), the time required to execute a motor response“ (Doucet & Stelmack, 2000, p. 956-957). Die inhaltliche Bedeutsamkeit dieser Differenzierung zeigt sich beispielsweise an der Hypothese, dass Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen Extravertierten und Introvertierten auf Differenzen in der Bewegungszeit zurückzuführen sind (Doucet & Stelmack, 1997). Die Indikatorfunktion der Bewegungszeit für die Arbeitsweise des motorischen Systems ist hierbei offensichtlich und wird deswegen auch im Kontext der vorliegenden Untersuchung Berücksichtigung finden.

## **2. Exkurs: Maße der Chronopsychophysiologie**

Der Hauptteil dieses Abschnitts wird aufgrund deren zentralen Position innerhalb der vorliegenden Untersuchungen ereigniskorrelierten Potenzialen des EEG

gewidmet sein. Im zeitlichen Verlauf der Reaktion auf einen Reiz, einem EKP-Verlauf, der typischerweise in dem Zeitbereich bis etwa eine Sekunde nach Reizdarbietung betrachtet wird, treten distinkte Komponenten auf. Diese Komponenten können nach ihrer funktionalen Bedeutung in zwei Gruppen eingeteilt werden: (1) exogene Komponenten, die physikalische Charakteristika des Reizes widerspiegeln (wie etwa die sensorische Modalität), damit vornehmlich die Arbeitsweise des sensorischen Systems reflektieren und im zeitlichen Gesamtverlauf des EKP relativ früh auftreten und (2) endogene Komponenten, welche vergleichsweise stärker die (höhere) kognitive Verarbeitung von Reizinformationen als deren bloße sensorische Verarbeitung abbilden und relativ spät im zeitlichen Gesamtverlauf des EKP zu beobachten sind. Im Rahmen einer experimentellen Zugangsweise wurden die Interpretationen der Komponenten extrahiert, indem Aufgabenmerkmale systematisch variiert wurden und Korrelate in den EKP-Komponenten aufgedeckt wurden. So zeigen exogene Komponenten z.B. eine Kovariation mit der Stimulus-Intensität. Als endogene Komponenten wurden solche bezeichnet, die eine Änderung zeigten, wenn (physikalisch) identische Stimuli unter unterschiedlichen Aufgabenbedingungen (die Reize bekamen also eine andere Bedeutung, bzw. sie wurden anderes bewertet) dargeboten wurden. Nach dieser generellen Einführung wird im Folgenden auf die spezifischen Komponenten eingegangen werden.

## 2.1 Die N1-Komponente

Als exogene Komponente reflektiert die N1-Komponente allgemein physikalische Reizcharakteristika. Innerhalb dieses Bedeutungskontextes wird sie im Informationsverarbeitungsprozess der Merkmalsanalyse („Feature Analysis“) zugeordnet (Kok, 1997).

Die Amplitude der N1-Komponente zeigte sich stabil replizierbar sensitiv für Aufmerksamkeitsprozesse (Überblick bei Mangun, 1995). „Early focused attention studies have consistently reported that the amplitudes of N1 were enlarged to all stimuli belonging to an attended channel (targets and non targets alike).“ (Kok, 1997, p. 23). Integrativ formuliert reflektiert die N1 also Aufmerksamkeitseffekte bei der Enkodierung elementarer Reizmerkmale (Hillyard, Mangun, Woldorff & Luck, 1995). Im Rahmen der Filtertheorie (Broadbent, 1971) wurde der N1 von

Hillyard (1981) auch die Rolle eines Indikators des physikalischen Selektions-Mechanismus zugewiesen.

Mangun und Hillyard (1991) bemerken einschränkend zur Sensitivität der N1 für Aufmerksamkeitsprozesse, dass dies nur für Aufgaben zutrifft, bei welchen eine Diskriminationsleistung erforderlich ist. Diese Einschränkung wird z. B. in der Studie von Vogel und Luck (2000) evident: Identische Stimuli erzeugten hier in einer Wahlreaktionsaufgabe höhere N1-Amplituden als in einer einfachen Reaktionsaufgabe. Diese Ergebnisse zeigten sich stabil, unabhängig vom Diskriminationskriterium (Farbe oder Form), von der Diskriminationsschwierigkeit oder ob eine motorische Reaktion erforderlich war. Auf Grundlage dieser Ergebnisse betrachten Vogel und Luck (2000) die N1 als Indikator eines Diskriminationsprozess, der sich auf mit Aufmerksamkeit versehene Reize bezieht.

## 2.2 Die P3-Komponente

*Latenz.* Die endogene P3-Komponente, vielfach untersucht im klassischen Oddball-Paradigma und hier im Zusammenhang stehend mit der Bewertung der Auftretenswahrscheinlichkeit eines Reizes, wird allgemein innerhalb der Informationsverarbeitung in Verbindung gebracht mit Prozessen der Stimulus Bewertung oder Evaluation (Coles et al., 1995; Donchin, Karis, Bashore, Coles, Gratton, 1986; McCarthy & Donchin, 1981). In diesem Kontext wird der P3-Latenz eine Indikatorfunktion für eine allgemeine kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit zugesprochen. Als ein solcher Indikator soll die P3-Latenz dabei zusätzlich unabhängig von Prozessen der Reaktions-Auswahl und Reaktions-Ausführung sein (vgl. Doucet & Stelmack, 2000).

Demonstriert wurde dies besonders deutlich von Kutas, McCarthy und Donchin (1977). Im Vergleich zu einer Genauigkeits-Instruktion bewirkte eine Schnelligkeits-Instruktion kürzere Reaktionszeiten, hatte hingegen keinen Einfluss auf die P3-Latenz. Mit steigender Aufgabenschwierigkeit zeigte sich jedoch sowohl eine Erhöhung der P3-Latenz als auch der Reaktionszeit. Ein weiterer stützender Befund konnte von Duncan-Johnson (1981) erbracht werden: Innerhalb einer klassischen Stroop-Aufgabe, bei welcher die Reaktion durch die Wort-Bedeutung bestimmt wurde, zeigte sich bei Inkongruenz von Wort-Farbe und Wort-Bedeutung

eine Erhöhung der Reaktionszeiten, ohne dass es zu einer Verlängerung der P3-Latenz kam. Magliero, Bashore, Coles und Donchin (1984) zeigten, dass die Darbietung von irrelevanten Geräuschen während eines akustischen Stimulus („Noise-Condition“) Reaktionszeiten und P3-Latenzen vergrößerte. Im Vergleich dazu hatte eine Reiz-Reaktions-Inkompatibilität einen sehr viel größeren Effekt auf die Reaktionszeiten als auf die P3-Latenz. Doucet und Stelmack (1999) konnten in ihrer Untersuchung keinen Effekt der Reiz-Reaktions-Inkompatibilität auf die P3-Latenz feststellen. Die Autoren spekulieren, dass der in einigen Studien aufgetretene Effekt der Reiz-Reaktions-Inkompatibilität auf die P3-Latenz (z. B. Christensen, Ford & Pfefferbaum, 1996 und vor allem Untersuchungen zum Simon-Effekt) durch die implizite Art der Kompatibilitäts-Instruktionen<sup>16</sup> verursacht wurde. Da bei impliziten Instruktionen die Bewertung der Reiz-Reaktions-Kompatibilität gleichzeitig mit der Stimulusevaluation stattfindet, kann erstere durch die Begrenzung der Verarbeitungsressourcen einen Einfluss auf die P3-Latenz haben. Die relative Unabhängigkeit der P3-Latenz von Reaktionsauswahl und –ausführung zeigte sich in experimentellen Anordnungen weiterhin auch darin, dass reaktionsbezogene Manipulationen wie die Platzierung der Reaktionshand (Leuthold & Sommer, 1998; Ragot & Renault, 1981) oder die Bewegungsrichtung der Reaktion (Fiori, Ragot & Renault, 1992) keinen Einfluss auf die P3-Latenz hatten.

Einschränkend muss erwähnt werden, dass bei Aufgaben, in denen die Stimulus-Evaluations-Anforderungen minimal sind (z. B. im Falle einer einfachen Reaktionsaufgabe, bei der auf jeden Reiz reagiert werden soll) die motorische Ausführung einen Einfluss auf die P3-Latenz haben kann (Übersicht: Verleger, 1997). In diesem Fall ist der anspruchsvollste Aufgaben-Aspekt die physikalische Ausführung, nicht die Stimulus-Evaluation, so dass die P3-Latenz die Analyse von aufgabenrelevanten propriozeptiven oder kinästhetischen Reizen (eben die Bewegung selbst) reflektiert. Steigt die Anforderung nur gering, wie bereits im Falle eines Oddball-Paradigmas, wird der Effekt der motorischen Ausführung durch die Einflüsse der Evaluation maskiert. Doucet und Stelmack (1999) zufolge wird der Effekt von Prozessen der motorischen Ausführung aus diesem Grund im

---

<sup>16</sup> Der Ausdruck implizite Instruktion wird hier in dem Sinne verwendet, dass die Information in dem Imperativen Stimulus (IS) enthalten ist, z. B. durch seine räumliche Position. Im Vergleich hierzu bestanden externe Instruktion beispielsweise darin, dass vor dem IS (Pfeil) ein Hinweisreiz (in Form der Wörter „gleich“ oder „entgegengesetzt“) kodiert, ob die Reaktionshand mit der Ausrichtung des IS übereinstimmt oder nicht.

allgemeinen nicht als konfundierender Faktor in Untersuchungen der P3 wirksam werden. Die spezifische Sensitivität der P3-Latenz für Prozesse der Stimulus-Evaluation, unabhängig von motorischen Prozessen scheint, bei Berücksichtigung der Einflüsse von speziellen Versuchsanordnungen, als verlässlich gelten zu können.

*Amplitude.* Innerhalb eines Oddball-Paradigmas zeigt sich die Amplitude der P3 invers-proportional zur Auftretenswahrscheinlichkeit eines Reizes. Weiterhin hängt sie von einer Reihe anderer Faktoren wie z.B. Stimulus-Qualität, Aufmerksamkeit und Aufgabenbedeutung ab (Donchin, Karis, Bashore, Coles & Gratton, 1986). Nach Hillyard (1981) indiziert die P3 einen Selektionsmechanismus auf der Grundlage höherer kognitiver Verarbeitungsstufen (semantische Selektion) bzw. den Abgleich sensorischer Informationen mit mentalen Modellen (im Vergleich zur physikalischen Selektion indiziert durch die N1): „Early focused attention studies have consistently reported that the amplitudes of N1 were enlarged to all stimuli belonging to an attended channel (targets and non targets alike). In contrast, only the attended targets were found to elicit a subsequent P3 component (Hillyard et al., 1978; Hillyard, 1981; Hillyard & Kutas, 1983)“ (Kok, 1997, p. 23).

Die Indikator-Funktion der P3-Amplitude für die Zuteilung von perzeptuellen und zentralen Verarbeitungsressourcen (Aufmerksamkeitszuweisung) nutzten Brocke, Tasche und Beauducel (1996) zur Untersuchung ihrer Theorie der differentiellen Anforderungsreaktivität. Empirisch ließen sich häufig ausgeprägtere P3-Amplituden bei Introvertierten im Vergleich zu Extravertierten feststellen. Es existieren jedoch auch situationale Anforderungen wie etwa kurze Aufgabendauer, komplexe Stimuli, kognitiv anspruchsvolle Aufgaben (Stenberg, 1994) sowie die Verwendung emotionaler Stimuli (Bartussek, Diedrich & Naumann, 1994), unter denen Extravertierte ausgeprägtere P3-Amplituden zeigen. Dem Ansatz der differentiellen Anforderungsreaktivität zufolge besitzen Extra- und Introvertierte unterschiedliche Fähigkeiten zur Anpassung ihres individuellen Arousalniveaus an situationale Reaktions-Anforderungen, wobei Introvertierte stärkeren Gebrauch von ihrem „Effort-System“ (Sanders, 1983) machen. Brocke, Tasche und Beauducel (1997) demonstrierten, dass bei einer visuellen Vigilanz-Aufgabe Introvertierte theoriekonform ausgeprägtere P3-Amplituden unter normalen Bedingungen zeigten, während Extravertierte ausgeprägtere P3-Amplituden bei

starker zusätzlicher auditorischer Stimulation zeigten. In diesem Kontext wird die P3-Amplitude also als ein Indikator für psychophysiologische Anforderungen interpretiert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die P3-Latenz als Indikator der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit verstanden werden kann, während die Amplitude mit der Zuteilung von Bearbeitungsressourcen in Verbindung steht. „P3 can index the degree to which processing capacity is used“ (Ditraglia & Polich, 1991, p. 182).

### 2.3 Das Lateralisierte Bereitschaftspotenzial

Das Lateralisierte Bereitschaftspotenzial (engl. lateralised readiness potential, LRP) wird aus dem Bereitschaftspotenzial gewonnen, einer langsamen Negativierung im EKP, die einige hundert Millisekunden vor selbstinitiierten oder durch Reize ausgelösten Handlungen beginnt (Kornhuber & Deecke, 1965) und typischerweise über den Handarealen der Motorkortices (C3' und C4') abgeleitet wird (Kutas & Donchin, 1980). Das Bereitschaftspotenzial ist zunächst symmetrisch verteilt und wird dann über der Hemisphäre kontralateral zur ausführenden Hand negativer als ipsilateral. Diese Asymmetrie kann als Indikator für eine Hand-spezifische Reaktionsaktivierung genutzt werden und bildet die Grundlage des LRP. Die Berechnung des LRP aus dem Bereitschaftspotenzial erfolgt nach folgenden Schritten (vgl. Coles, 1989; Sommer, Ulrich & Leuthold, 1996):

- (1) Differenzbildung für jeden Durchgang zwischen der kontra- und ipsilateralen Elektrode (rechtsseitig: C3' – C4', linksseitig: C4' – C3')
- (2) Mittelung der Differenzkurven für jede Seite getrennt
- (3) Gemeinsame Mittelung über rechts- und linksseitige Reaktionen.

Durch den letzten Schritt werden alle Asymmetrien aus dem Maß eliminiert, die nicht reaktionsabhängig sind. Das LRP ist somit ein Maß, das ausschließlich handlungsbezogene EKP-Asymmetrien erfasst. Die Vorteile des LRP liegen in dessen relativ klarer neuroanatomischer Entstehung und funktioneller Bedeutung. Zahlreiche Befunde sprechen für das LRP als Maß, welches generell Inferenzen

über Prozesse der motorischen Vorbereitung gestattet (Coles, 1989; Gratton, Coles, Sirevaag, Eriksen & Donchin, 1988; Miller & Hackley, 1992; Osman, Bashore, Coles, Donchin & Meyer, 1992).

Die Parametrisierung des LRP kann auf zwei Arten erfolgen: die Synchronisation der Messstrecken kann (1) mit Referenz auf den Imperativen Reiz oder (2) in Bezug auf die Reaktion erfolgen. Bei zeitlichem Bezug auf den **Stimulus** spricht man vom S-LRP, bei **Reaktions-bezogener** Auswertung vom R-LRP (Osman & Moore, 1993). Das S-LRP erlaubt die Bestimmung des Zeitintervalls zwischen Reiz und motorischer Initiierung. Es reflektiert somit nicht-motorische Prozesse und erlaubt Inferenzen über perzeptuelle Informationsverarbeitungsstufen und die Reaktionsauswahl. Das R-LRP erlaubt die Bestimmung des Zeitintervalls zwischen motorischer Initiierung und der Reaktion. Es reflektiert damit motorische Prozesse (Hackley & Valle-Inclan, 1998; Leuthold, Sommer & Ulrich, 1996). Zur Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses können zur Parametrisierung des LRP im Anschluss an eine herkömmliche Averaging-Prozedur Jackknife-Techniken angewendet werden (Miller, Patterson & Ulrich, 1998; Ulrich & Miller, 2001).

## **2.4 Kennwerte des Elektromyogramms (EMG)**

Jeder motorischen Reaktion geht eine elektromyographische Aktiväserhöhung unmittelbar voraus. Der Beginn dieser Aktivitätssteigerung, der EMG-Onset, ist ein Indikator für den Beginn der peripheren motorischen Aktivität oder auch des Abschlusses der zentralen Stufe der motorischen Programmierung (Rösler, Flössel, Keimer-Bonk & Sojka, 1991). Des Weiteren ist die EMG-Amplitude ein Indikator für die Kraft, mit der eine Bewegung ausgeführt wird. Bei der Verwendung eines EKP-Paradigmas besteht die Möglichkeit, das EMG Signal nach Gleichrichtung und Tiefpassfilterung (5Hz), analog zu dem für EEG-Potenziale eingesetztem Verfahren, zu mitteln. Anhand der sich so ergebenden Verlaufskurve der mittleren EMG-Aktivität, können der Beginn der elektromyographischen Reaktion ( $EMG_{ONSET}$ ), der Zeitpunkt der maximalen Auslenkung ( $EMG_{MAX}$ ) und die gemittelte Reaktionsamplitude bestimmt werden (Rösler et al., 1991; Schwerdtfeger, Getzmann & Baltissen, 2004). Generell

ermöglicht die Registrierung des EMG somit also Aussagen darüber, wie das Endprodukt der Informationsverarbeitung in eine Reaktion umgesetzt wird.

### **3. Reaktionszeitunterschiede zwischen Augmentern und Reducern**

#### **3.1 Empirische Befunde**

Reaktionszeitunterschiede zwischen nach der RAS klassifizierten Augmentern und Reducern konnten in explorativen Studien erstmalig von Schwerdtfeger und Baltissen (1999) gezeigt und repliziert (Schwerdtfeger & Baltissen, 2002) werden. In einem S1-S2 Paradigma bei Reaktionszeitaufgaben mit nur einer Wahlalternative (einfache Reaktionszeitaufgabe) und variablem Interstimulusintervall (ISI) zwischen 5 und 10 Sekunden reagierten Reducer signifikant schneller als Augmenter. Die Unterschiede betrugen hierbei im Mittel ca. 106 ms respektive 85 ms. Zur genaueren Bestimmung dieser Reaktionszeitunterschiede in einfachen Reaktionszeitaufgaben wurden in einer darauf folgenden Untersuchung auch Maße der Chronopsychophysiologie verwendet (Schwerdtfeger, Getzmann & Baltissen, 2004). Innerhalb eines Go – NoGo Paradigmas mit einem konstanten ISI von zwei Sekunden zeigten Reducer erneut signifikant schnellere Reaktionszeiten (im Mittel ca. 90 ms) als Augmenter. Weiterhin konnten für Reducer mehr Commission-Errors<sup>17</sup>, eine höhere N1-Amplitude und ein schnellerer und stärkerer EMG-Onset, gemessen an der Unterarmmuskulatur der Reaktionshand, beobachtet werden. Keine Effekte zeigten sich in der P300-Latenz und Amplitude sowie der N1-Latenz. Betrachtet man die Leistungen von Augmentern und Reducern in einer komplexeren Reaktionszeitaufgabe zeigt sich ein etwas anderes Bild (Schwerdtfeger, 1999). Bei einer Reaktionszeitaufgabe mit zwei Wahlalternativen und konstantem ISI von 1,5 Sekunden konnte kein Haupteffekt des Faktors Augmenting-Reducing beobachtet werden. Es kam hingegen zu einer signifikanten Interaktion des Faktors Augmenting-Reducing mit dem Faktor Versuchshälfte. Reducer zeigten nur in der letzten Hälfte des Experiments schnellere Reaktionszeiten als Augmenter. Die

---

<sup>17</sup> Als Commission-Error wird ein Fehler innerhalb eines Go-NoGo-Paradigmas bezeichnet, wenn in einem NoGo-Trial fälschlicherweise eine Reaktion erfolgt.

Untersuchungen der einfachen Reaktionszeitaufgaben hatten hingegen die Stabilität der Differenzen über den gesamten Verlauf des Versuchs gezeigt. In der N1 und P3 zeigten sich bei der komplexen Aufgabe sowohl für die Latenz als auch für die Amplitude keine Unterschiede. Im EMG zeigten Reducer eine signifikant schnellere 10%-Onset-Latenz.

Die Reaktionszeitdifferenzen zwischen Augmentern und Reducern erweisen sich somit innerhalb der bisherigen Datengrundlage bei einfachen Aufgaben als stabil. Bei komplexen Aufgaben deuten sich ebenfalls Unterschiede an, die aber noch einer genaueren Aufklärung und weiterer empirischer Untermauerung bedürfen. Stabil erscheinen bei beiden Aufgabentypen die Unterschiede im EMG. Die Ergebnisse bezüglich der zentral-physiologischen Maße lassen noch keine eindeutige Bewertung zu. Ihre Verwendung in weiteren Untersuchungen erscheint jedoch zur genaueren Exploration sehr ratsam. Von den Autoren der dargestellten Studien wurden unterschiedliche Ansätze zur Erklärung der beschriebenen Ergebnisse herangezogen, die im Folgenden Abschnitt diskutiert werden sollen.

### 3.2 Erklärungsansätze

*Impulsivität.* Aufgrund der Korrelationen auf Fragebogenebene (Dragutinovich, 1987; Ferrando et al., 1993; Kohn, 1987; Kohn et al. 1987; Lolas et al. 1989; Vando, 1974) wurde eine höhere Impulsivität der Reducer als Erklärung schnellerer Reaktionszeiten vorgeschlagen. Impulsivität als Persönlichkeitseigenschaft kann wie folgt beschrieben werden: „Although the behavioral expressions of impulsivity are exceedingly diverse, they almost always entail rapid action and the absence of adequate forethought. Impulsivity is also associated with poor judgment, because impulsive responding does not take into account the range of potential consequences for a given action or more efficient means of achieving the same goal” (Newman, 1987, p. 466). Und ergänzend dazu mit Bezug auf Shapiro (1965): “Whereas an urge to respond is normally the beginning of a complex cognitive process involving the accrual of previous associations to the contemplated action, this process appears to be “short-circuited” in impulsive individuals” (Newman, 1987, p. 466).

Die Vermutung, dass Reducer Schnelligkeit vor Genauigkeit bevorzugen, wurde schon von Vando (1969) formuliert. Neben der schnelleren Reaktionszeit deutet

auch eine erhöhte Anzahl von Commission-Errors auf den ersten Blick in die Richtung des vermuteten Zusammenhangs (Schwerdtfeger et al., 2004). Da die Anzahl der Commission-Errors trotz des signifikanten Unterschiedes jedoch in beiden Gruppen sehr gering war (Reducer: 2,04 (SD=2,61), Augmenter: 0,74 (SD=0,81)), erscheint die Aussagekraft dieses Ergebnisses zum jetzigen Zeitpunkt noch eingeschränkt. Weiterhin sprechen Ergebnisse zum Verhalten von Augmentern und Reducern in Tapping- und Tracking-Aufgaben (Schwerdtfeger, 1999) gegen eine Gleichstellung von Augmenting-Reducing mit Impulsivität. Reducer zeigten in dieser Untersuchung eine schnellere Tappingrate im Vergleich zu Augmentern. Nach Amelang und Breit (1983) weisen Introvertierte eine schnellere Tappingrate auf als Extravertierte. Weitere Analysen zeigten, dass dieser Effekt nur mit dem Unterfaktor Impulsivität, nicht aber mit Soziabilität variiert. Reducer zeigten im Tapping also vergleichbare Ergebnisse wie Niedrig-Impulsive. Weiterhin begingen Reducer im Tracking nicht mehr Fehler, was man von Hoch-Impulsiven erwarten würde.

Nach Dickman und Meyer (1988) ist eine Assoziation zwischen der generellen Verhaltenscharakteristik Impulsiver und einem generellen Informationsverarbeitungsstil, der Schnelligkeit vor Genauigkeit bevorzugt, höchst plausibel. Obwohl die empirische Befundlage hierfür von den Autoren als noch nicht ausreichend für einen überzeugenden Beleg angesehen wird, kommen sie zu dem Schluss, dass Hoch-Impulsive schneller und weniger genau reagieren durch die Verwendung von Informationsverarbeitungsstrategien, die inhärent schneller und weniger genau sind. Da nach Dickman und Meyer (1988) die Unterschiede zwischen Hoch- und Niedrig-Impulsiven auf der perzeptuellen Stufe bestehen, Hoch-Impulsive jedoch mindestens eine Stufe der Informationsverarbeitung, die Reaktionsausführung, ebenso schnell und genau ausführen wie andere Individuen, erscheint diesen Autoren ein simples speed-accuracy tradeoff Model der impulsiven kognitiven Funktionen als nicht angemessen. Exposito und Andres-Pueyo (1997) kritisieren die Befunde von Dickman und Meyer (1988) und führen Ergebnisse an, nach denen Impulsivitätsbedingte Reaktionszeit-Differenzen auf der Stufe der Reaktionsauswahl liegen. Ihrer Argumentation zufolge, werden ihre eigenen Befunde durch die Untersuchung von Orlebeke, van der Molen, Dolan und Stoffels (1990) gestützt, die für das verwandte Merkmal Disinhibition ebenfalls Differenzen auf der Stufe

der Reaktionsauswahl erbrachte. Da der von Orlebeke et al. (1990) beobachtete Effekt aber in die entgegengesetzte Richtung (längere Reaktionslatenzen von gering Disinhibierten) wie der Effekt von Exposito und Andres-Pueyo (1997) (längere Reaktionslatenzen Hoch-Impulsiver) weist, erscheint diese Argumentation sehr fraglich.

Somit existiert noch eine grundsätzliche Kontroverse darüber, auf welcher Informationsverarbeitungsstufe Unterschiede zwischen Hoch- und Niedrig-Impulsiven bestehen. Ohne eine eindeutig interpretierbare Befundlage zur genaueren Bestimmung der Impulsivitäts-bedingten Reaktionszeitdifferenzen würde eine Erklärung der Reaktionszeitunterschiede zwischen Augmentern und Reducern durch die unterschiedliche Impulsivitäts-Ausprägung keinen Erkenntnisfortschritt bezüglich der Informationsverarbeitungsstufe, auf welcher diese Unterschiede entstehen, bedeuten.

*Geared to react & Geared to inspect.* Wiederum aufgrund der Korrelationen auf Fragebogenebene wurden die Konzepte „Geared to react“ und „Geared to inspect“ (Brebner & Cooper, 1974, 1978; Brebner & Flavel, 1978; Katsikitis & Brebner, 1981) aus dem Bereich der Extraversionsforschung als mögliche Ursache der Reaktionszeitunterschiede zwischen Augmentern und Reducern vorgeschlagen. Die Konzepte „Geared to react“ und „Geared to inspect“ berücksichtigen Aspekte aus Eysencks (1957) Inhibitionstheorie sowie dessen Arousaltheorie (Eysenck, 1967; Zusammenfassende Darstellung in: Eysenck, 1985). Hiernach leiten Introvertierte Erregung oder Excitation aus der Stimulusanalyse her und Inhibition oder Hemmung aus der Reaktionsorganisation<sup>18</sup>. Extravertierte hingegen leiten Erregung aus der Reaktionsorganisation und Hemmung aus der Stimulusanalyse her. Hieraus ergibt sich für Introvertierte eine Einstellung auf oder auch ein Bedarf an Stimulusanalyse („Geared to inspect“), während Extravertierte auf Reagieren eingestellt sind, bzw. einen Bedarf an Reaktionsorganisation aufweisen („Geared to react“).

Diese Disposition sollte bei Extravertierten durch eine schnellere Motor-Innervation zu Vorteilen bei der motorischen Ausführung führen. Untermauert wurde diese Hypothese durch Befunde, die bei Reaktionszeitaufgaben schnellere

---

<sup>18</sup> Nach Eysenck (1985) beinhaltet die Bezeichnung Inhibition oder Hemmung in diesem Zusammenhang vor allem die Tendenz, ein Verhalten nicht fortzusetzen, während Excitation oder Erregung beinhaltet, ein Verhalten fortzusetzen.

Bewegungszeiten Extravertierter zeigten (Doucet & Stelmack, 1997, 2000; Netter & Rammsayer, 1989; Stelmack, Houlihan & McGarry-Roberts, 1993; Wickett & Vernon, 2000). Auf der anderen Seite sollte sich eine schnellere Stimulus Encodierung bei Introvertierten zeigen. Konform mit den Vorhersagen des Konzeptes „Geared to inspect“ zeigten Introvertierte in der Untersuchung von Brebner (1990) kürzere P3-Latenzen, die als Indikator einer schnelleren Stimulus Encodierung interpretiert werden. Demgegenüber stehen allerdings mehrere Studien, die diesen Effekt nicht finden konnten (Cahill & Polich, 1992; Ditraglia & Polich, 1991; Ortiz & Maojo, 1993; Polich & Martin, 1992; Pritchard, 1989; Stenberg, 1994) oder nur unter der Bedingung des Konflikts von Stimulus-Informationen mit Reaktionsauswahl-Anforderungen (Doucet & Stelmack, 2000). Die Untersuchung der N1 als Indikator für die frühe Bedeutungs-Extraktion von Stimulusmerkmalen konnte in der Studie von Doucet und Stelmack (2000) die dem Konzept „Geared to inspect“ gemäße Vorhersagen bestätigen: Introvertierte zeigten höhere N1-Amplituden als Extravertierte

Die bisherigen Ergebnisse zum Einfluss von Augmenting-Reducing auf chronopsychophysiologische Indikatoren decken sich nicht vollständig mit den Ergebnissen aus dem Bereich Extraversion und mahnen beim derzeitigen Forschungsstand zur Vorsicht bei der Übertragung der Konzepte Geared to react/inspect auf Augmenter und Reducer. Wie bereits angeführt, waren es Reducer, die eine erhöhte N1-Amplitude zeigten und nicht - wie man aufgrund der Korrelationen der beiden Merkmale in diesem Zusammenhang erwarten würde - Augmenter (Schwerdtfeger et al., 2004).

*Motorische Aktivität als Stimulationsquelle.* Aufgrund des Mechanismus der Afferenzrückkopplung (Reafferenz) stellt motorische Aktivität eine direkte Quelle für Stimulation dar, da sie eine Aktivierung von Rezeptoren bewirkt, welche ihrerseits diese Aktivität an höhere Nervenzentren weiterleiten. Diesen Mechanismus zu Grunde legend, formulierte bereits Petrie (1967) die Vermutung, dass Reducer ein größeres Verlangen nach physischer Aktivität aufweisen sollten. Da Reducer durch die Abschwächung jeglicher Stimulation ein geringeres Aktivierungsniveau aufweisen sollten, kann vermutet werden, dass sie die bei längeren Experimenten einsetzende Monotonie durch schnellere und kraftvollere Bewegungen zu kompensieren versuchen. Dieser Ansatz könnte den empirischen

Befund einer schnelleren Tapping-Rate der Reducer erklären (Schwerdtfeger, 1999). Stimulationssuche in motorischer Aktivität kann auch als Erklärungsansatz für die unterschiedlichen Ergebnisse in einfachen und komplexen Reaktionszeitaufgaben (siehe Abschnitt 3.1) herangezogen werden. Im Falle einer einfachen Reaktionszeitaufgabe spielt die Genauigkeit der Reaktion, aufgrund der niedrigen Aufgabenkomplexität, eine untergeordnete Rolle. Dadurch können Reducer ihrem Bedürfnis, Stimulation aus schnellen, kraftvollen Bewegungen zu erhalten, besser nachgehen. Bei komplexen Aufgaben besitzt am Anfang die Aufgabe selbst noch einen inhärenten Stimulationsgehalt. Mit zunehmender Dauer des Experiments wird durch Lerneffekte, die auch bei komplexen Aufgaben mit nicht zu hohem Schwierigkeitsgrad zu einem gewissen Grad an Automatisierung führen können, die Bedeutung der motorischen Stimulation größer.

Im Zusammenhang mit der (Selbst-)Regulation sensorischer Stimulation können die Ausführungen Strelaus (1986) über Handlungsstile Hoch- und Niedrig-Reaktiver betrachtet werden. In Strelaus (1986, 1998) Verständnis des Temperaments hat dieses eine regulative Funktion bei der Steuerung jeglicher Art menschlicher Aktivitäten. Die Ausprägung der Dimension Reaktivität ist dabei entscheidend für die Herausbildung des Handlungsstils, die dem Individuum eigene Aufgabenausführungsweise, da Hoch- und Niedrig-Reaktive unterschiedliche Verhaltensstile zur Regulation des situativen Stimulationsgehaltes benutzen. Hochreaktive Individuen bevorzugen einen Verhaltensstil, der darauf ausgerichtet ist, den situativen Stimulationsgehalt zu senken, niedrig Reaktive einen Stil, der den Stimulationsgehalt steigert. Abgeleitet aus dieser theoretischen Vorstellung konnten auch konkrete Charakteristika bereits empirisch bestätigt werden (Strelau, 1986). Kennzeichnend für den Verhaltensstil von Hochreaktiven sind vorbereitende Handlungen, Korrektivhandlungen während der Aufgabenausführung, Kontrollhandlungen, intermittierende Handlungen und heterogene Handlungen bei kontinuierlicher Aktivität. Kennzeichnend für den Verhaltensstil von Niedrig-Reaktiven sind primäre Handlungen (direkt zum Ziel führende), kontinuierliche Handlungen, homogene Handlungen bei kontinuierlicher Aktivität sowie risikobetontes Verhalten bei Entscheidungsspielen. Wenn innerhalb experimenteller Untersuchungen Vpn ihren eigenen Handlungsstil realisieren konnten und nicht durch künstliche

Laborbedingungen zu einem Stil gezwungen wurden, zeigten sich keine Leistungsunterschiede aufgrund unterschiedlicher Handlungsstile.

Der Erklärungsansatz der Stimulationssuche in motorischer Aktivität bezieht sich in primärer Form auf die Aussagen der SIM-Theorie im Vergleich zu dem Bezug auf konkurrierende Merkmale (Extraversion, Impulsivität), deren Übertragung auf Augmenting-Reducing fraglich erscheint. Weiterhin ist der erstgenannte Ansatz konform mit der Sichtweise Strelaus der Ausbildung von Handlungsstilen zur Regulation des Stimulationsbedarfs. Inwieweit dieser Ansatz einer expliziteren Prüfung mit Bezug auf distinkte Informationsverarbeitungsstufen Stand hält, soll sich in der vorliegenden Arbeit unter Beweis stellen.

## **4. Entwicklung der Untersuchungsstrategie**

### **4.1 Aufgaben-Komplexität**

Da stabile Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern bisher nur in einfachen Reaktionszeitaufgaben (Aufgaben mit nur einer Reaktionsalternative) gezeigt werden konnten, soll in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, inwieweit sich die Ergebnisse auch auf komplexere Aufgaben (Aufgaben mit mindestens zwei Reaktionsalternativen) verallgemeinern lassen. Bei der Verwendung von Aufgaben mit zwei Reaktionsalternativen (Schwerdtfeger, 1999) zeigten sich Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern nur in der letzten Hälfte des Experiments. Da bei einfachen Aufgaben weniger Informationsverarbeitungsstufen durchlaufen werden, wodurch der proportionale Anteil der motorischen Komponente an der Gesamtreaktionszeit steigt, wurde vermutet, dass die Reaktionszeitunterschiede zwischen Augmentern und Reducern auf Unterschiede in der motorischen Ausführung zurückzuführen seien. Beide Fragestellungen, Verallgemeinerbarkeit auf komplexe Aufgaben und Unterschiede in der motorischen Ausführung, sollten in der vorliegenden Arbeit Berücksichtigung finden. Aus diesem Grund wurde eine Experimental-Anordnung mit insgesamt acht Reaktionsalternativen (vier pro Hand) in Kombination mit Ausgangstasten (eine pro Hand, die während der Erwartung des Imperativen Signals in gedrückter Position gehalten werden) verwendet. So wurde eine, im Vergleich zu den bisherigen Anordnungen, sehr komplexe Aufgabenstellung

umgesetzt, die es gestattet, die Gesamtreaktionszeit in die Komponenten Entscheidungszeit (Zeit vom Erscheinen des imperativen Signals bis zum Loslassen der Ausgangstasten) und Motorzeit (Zeit vom Loslassen der Ausgangstaste bis zum Drücken einer der acht Zieltasten) zu trennen. Dieser Ansatz sollte es ermöglichen, den Aussagen über die motorische Komponente den spekulativen Charakter zu nehmen und die Bewegungszeit genau zu quantifizieren.

In den bisher genutzten S1-S2-Paradigmen hatte der S1 lediglich die Funktion eines Warnreizes, der das Erscheinen des IS ankündigt. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, mit dem S1 Informationen darzubieten, welche die Anzahl der Reaktionsalternativen reduzieren, also eine Vorabinformation über die auf den S2 auszuführende Bewegung zu präsentieren, die aus dem S1 nun einen bedeutungshaltigeren Hinweisreiz oder auch „Precue“ macht. Unter dem Aspekt, dass innerhalb einer solchen Anordnung mehr Informationen zu beachten und zu verarbeiten sind, wird dadurch die Aufgabe auch anspruchsvoller. Über bisherige Befunde zur generellen Wirkweise eines Precue informiert ausführlicher der folgende Abschnitt.

#### **4.2 Die Precuing-Technik**

Innerhalb des erstmals von Leonard (1953) verwendeten Precue-Paradigmas, werden partielle Vorabinformation über eine auszuführende Bewegung, z.B. über die Bewegungsrichtung, Weite, etc., durch einen Hinweisreiz (Precue) vor dem imperativen Signal dargeboten. Die Verwendung eines Precue hat den allgemein anerkannten Effekt verkürzter Wahlreaktionszeiten (Übersicht bei: Requin, Brener & Ring, 1991). Dieser Effekt erlaubt nun die, noch recht allgemeine Schlussfolgerung, dass die Verarbeitung des IS und die Reaktion auf diesen durch antizipatorische Bahnungsprozesse (Priming) optimiert wird. Diese Art der Aufgabengestaltung kann in Bezug auf Auswirkungen von Augmenting-Reducing vielversprechende Perspektiven eröffnen. Im Hinblick auf die von Strelau postulierten Handlungsstile, wonach vorbereitende Handlungen charakteristisch für hochreaktive Individuen sind, lässt sich fragen, ob diese Aussage auf ein Precue-Paradigma generalisierbar ist, d.h. ob in Abhängigkeit von Augmenting-Reducing Precue-Informationen in unterschiedlichen Ausmaß zur

Handlungsvorbereitung genutzt werden. Wird nun innerhalb eines Experimentes der Grad der Vorabinformation systematisch variiert, sollte es, unter der Bedingung dass Augmenter und Reducer durch unterschiedliche Informationsverarbeitung und/oder Handlungsstile unterschiedlich von den Vorabinformationen profitieren, zu einer Interaktion der Faktoren Augmenting-Reducing und dem Grad der Vorabinformation kommen. Diese Art der Versuchsanordnung kann als eine Anlehnung an das klassische Sternberg-Paradigma (Additive Factor Model; Sternberg, 1969) betrachtet werden (Vgl. Orlebeke, van der Molen, Dolan & Stoffels, 1990).

Zur Wirkungsweise des Precuing existieren derzeit zwei konkurrierende Erklärungsansätze. Miller (1982) sowie Rosenbaum (1980, 1983) sehen den Effekt vermittelt durch eine Verbesserung der motorischen Vorbereitung, welche die Dauer von motorischen Prozessen in der Stimulus-Response (S-R) Informationsverarbeitungskette verkürzt. Die Information des Precue wird dieser Ansicht nach genutzt, um einzelne Handlungsparameter eines zentralen Motorikprogramms (Reaktionshand, Richtung und Weite der Bewegung, o.ä.) zu spezifizieren. Diese Sichtweise ist jedoch nicht unumstritten. So führt die Alternativinterpretation von Goodman und Kelso (1980) den Effekt auf nichtmotorische S-R Übersetzungsprozesse zurück (Stimulusinformationen werden in Informationen über die auszuführende Bewegung übersetzt, vgl. Teichner & Krebs 1974). Der Precuing-Effekt entsteht dieser Hypothese nach durch eine Verringerung der Anzahl der möglichen Wahlalternativen und ist damit nicht mehr auf einer motorischen Stufe im Informationsverarbeitungsprozess lokalisiert, sondern auf der Ebene der Reaktionsauswahl.

Die Untersuchung Rosenbaums (1980) erbrachte als stützende Evidenz für die Sichtweise eines motorischen Locus des Precuing-Effekts folgende Ergebnisse: (1) Reaktionszeiten in einer Mehrfachwahlaufgabe verkürzten sich konstant mit steigender Anzahl spezifizierter Bewegungsparameter, (2) wurde nur ein Bewegungsparameter spezifiziert, waren die Effektgrößen der Parameter Hand, Richtung, Weite unterschiedlich groß, obwohl die Anzahl der verringerten Wahlalternativen über die Bedingungen konstant war (differentieller Precuing-Effect). Nach Goodman und Kelso (1980) ist der von Rosenbaum (1980) vorgefundene differentielle Precuing-Effekt jedoch auf ein suboptimales Mapping zwischen Stimulus und Reaktion (als Stimuli wurden Buchstaben verwendet),

wodurch komplexe kognitive Transformationen notwendig werden, zurückführbar. Bei der Verwendung räumlicher Stimuli, zeigte sich kein differentieller Precuing-Effekt. Nach Goodman und Kelso (1980) ähnelt die räumliche Anordnung mehr den natürlichen Bedingungen, und unter solchen würde keine Spezifikation einzelner Bewegungsparameter stattfinden. Zusätzliche Bestätigung für die Sichtweise eines nicht-motorischen Locus des Effekts brachte die Verwendung eines „ambiguous precue“, der die Anzahl der Wahlalternativen einschränkt, ohne einen konkreten Bewegungsparameter zu spezifizieren. Dieser zeigte, unter der Voraussetzung der gleichen Anzahl von reduzierten Wahlmöglichkeiten, die gleiche Effektgröße wie Bewegungsparameter spezifizierende Precues. Zusätzliche Schlussfolgerungen aus psychophysiologischen Maßen bezüglich dieses Sachverhaltes werden im folgenden Abschnitt diskutiert.

### **4.3 Precue und Chronopsychophysiologie**

Einen erweiterten Zugang zur Kontroverse über die Lokalisation des Precue-Effekts, fanden Leuthold, Sommer und Ulrich (1996) mit der Verwendung des LRP und der P3. In zwei aufeinander aufbauenden Experimenten wurden Precue-Informationen sowohl in räumlicher- als auch in Buchstabenform verwendet. Der räumliche Precue bestand aus einer quadratischen Anordnung von vier Quadraten, die der Anordnung der vier Reaktionstasten (zwei pro Hand) entsprach. Die Information des Precue wurde durch eine Graufärbung der Quadrate dargeboten. Die Graufärbung kodierte, dass die entsprechenden Quadrate als Reaktionsalternative in dem aktuellen Durchgang in Frage kommen. Die Anzahl der graugefärbten Quadrate und damit der Grad der Vorabinformation, variierte über die Versuchsbedingungen. Der kompatible IS bestand in der Rotfärbung eines der zuvor graugefärbten Quadrate. Der nicht-räumliche, figurale Precue bestand aus Buchstaben (L & R für Reaktionen nach Links oder Rechts und O & U für Reaktionen nach Oben oder Unten), der IS wurde in Form von verschiedenen Zahlen (1-4) dargeboten, welche die vier unterschiedlichen Zieltasten kodierten. In der räumlichen Bedingung wurde ein Interstimulusintervall (ISI) zwischen Precue und IS von 1000 ms verwendet, in der figuralen Bedingung betrug dieses 1400 ms.

Bei beiden Bedingungen zeigte sich kein signifikanter Effekt auf die P3-Latenz und die S-LRP-Latenz. Die R-LRP-Latenz verkürzte sich hingegen in beiden Bedingungen systematisch durch die Vorabinformation. Unter beiden Bedingungen zeigte sich ein allgemeiner Effekt des Precue auf die Reaktionszeiten, jedoch kein differentieller Precue-Effekt. Die Autoren sehen durch ihre Ergebnisse den Schluss nahegelegt, dass der Precuing-Effekt, zumindest teilweise, auf der motorischen Ebene der Reaktionszeiten, angezeigt durch die Kovariation der R-LRP-Latenz, lokalisiert ist.

In der vorliegenden Untersuchung wird zur Vermeidung von zu komplexen kognitiven Transformationsprozessen in der Umwandlung von Stimulusinformationen in die durch die Versuchsanordnung vorgegebene Reaktion, sowie zur Realisation von möglichst natürlichen Bedingungen (Goodman & Kelso, 1980), die Precue-Information in räumlicher Form, in Anlehnung an Leuthold et al. (1996), dargeboten. Weitere Einzelheiten der experimentellen Umsetzung thematisiert der folgende Abschnitt.

## **5. Studienziel und Untersuchungsstrategie**

Die vorliegende Arbeit verfolgt das Ziel, die in vorangegangenen Untersuchungen festgestellten und bisher nur sehr spekulativ und unspezifisch interpretierbaren Reaktionszeitdifferenzen zwischen Augmentern und Reducern auf eingegrenzte Funktionen im Informationsverarbeitungsprozess zurückzuführen.

Innerhalb eines quasi-experimentellen Ansatzes wird neben dem Faktor Augmenting-Reducing, mit den drei Stufen Augmenter, Reducer und Moderates, der Faktor Geschlecht berücksichtigt und über die Subgruppen ausbalanciert. Die Verwendung eines Precue, als Innersubjektfaktor vierstufig variiert, soll Rückschlüsse über die unterschiedliche Nutzung reaktionsvorbereitender Prozesse erlauben. Durch die Verwendung von No-Go Trials sollen antizipative Reaktionen, die durch ein Lernen der zeitlichen Kontingenz zwischen Precue und IS entstehen können, unterbunden werden. Diese Anordnung dient also einer valideren Abschätzung und höheren Vergleichbarkeit der Informationsverarbeitungsprozesse zwischen den Gruppen.

Durch die Verwendung einer Versuchsanordnung mit Ausgangstasten (Homebutton) und Zieltasten (Targetbutton) wird eine Bestimmung der Motorzeit (Zeitdauer der Bewegungsausführung) ermöglicht. Zusätzliche Aussagen über die

motorische Ausführung werden durch die Registrierung des EMG ermöglicht. Eine nach Art der falschen Reaktionen differenzierte Fehleranalyse ermöglicht u.a. Aussagen über die Verwendung unterschiedlicher Strategien im Sinne eines speed-accuracy tradeoff und bei Betrachtung der Commission-Errors (Reaktionen in No-GoTrials) Rückschlüsse bezüglich Impulsivität bzw. Reaktionsinhibition.

Aus einer Mehrkanal EEG-Ableitung werden Komponenten des EKPs als Indikatoren spezifischer Prozesse der Informationsverarbeitung verwendet. Hierbei indiziert die N1 die Reizkodierung, die P3 die Reizbewertung (wobei die P3-Amplitude Aussagen über die Zuteilung von kognitiven Verarbeitungsressourcen ermöglichen soll, während die P3-Latenz die kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit indiziert). Die Bestimmung der Komponenten N1 und P3 erfolgt sowohl auf den Precue als auch auf den Imperativen Stimulus, was wiederum einen Vergleich von vorbereitenden und ausführenden Prozessen ermöglicht. Das LRP dient als Indikator der zentralen handspezifischen Aktivierung.

## II. Methoden

### 1. Versuchspersonen

An der experimentellen Untersuchung nahmen insgesamt 60 Vpn im Alter von 18 bis 42 Jahren teil ( $M=24,97$ ;  $SD=4,83$ ). Alle Vpn waren Studentinnen und Studenten der Bergischen Universität Wuppertal, die mit 15 Euro für die Teilnahme entlohnt wurden. Vor dem Termin der Experimentalsitzung fand ein Screening jeder Vp mit der RAS statt. Die Vpn wurden als Reducer klassifiziert bei einem Summenscore über 30, als Moderates bei einem Score von kleiner 30 und größer 20 und als Augmenter bei einem Score kleiner 20. Nach der Experimentalsitzung wurde die RAS erneut von allen Vpn bearbeitet. Die Klassifizierung durch das vorab erfolgte Screening wurde bei allen Vpn durch die zweite Erhebung bestätigt. Das Verhältnis des Persönlichkeitsmerkmals und des Geschlechts wurde ausbalanciert. Die sich aus der Kombination des Faktors Augmenting-Reducing und des Geschlechts ergebenden sechs Subgruppen bestanden somit aus jeweils zehn Vpn (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Anzahl und Verteilung der Vpn auf die Substichproben.

	Reducer	Moderates	Augmenter	Total
Männlich	10	10	10	30
Weiblich	10	10	10	30
Total	20	20	20	60

### 2. Versuchsplan

Der Untersuchung lag ein quasi-experimenteller Ansatz zugrunde. Der dreifaktorielle Versuchsplan bestand aus den beiden Zwischensubjektfaktoren Geschlecht und dem Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing (dreistufig:

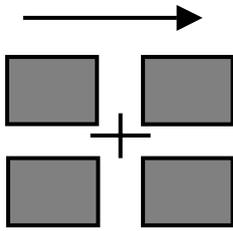
Augmenter, Moderates, Reducer) und dem vierstufigen Innersubjektfaktor Versuchsbedingung (Grad der Vorabinformation: minimal, eingeschränkt 1, eingeschränkt 2, maximal).

Versuchsbedingung eins (minimale Information) enthielt nur die Information über die Reaktionshand. Die Anzahl der möglichen Reaktionsalternativen betrug in dieser Versuchsbedingung vier. Versuchsbedingung zwei (eingeschränkter Informationsgrad 1) spezifizierte die Reaktionshand und Richtung (rechts/links) und verminderte dadurch die Anzahl der Wahlalternativen auf zwei. Versuchsbedingung drei (eingeschränkter Informationsgrad 2) spezifizierte die Reaktionshand und Weite (nah/weit) wodurch wiederum eine Verringerung der Reaktionsalternativen auf zwei erfolgte. Versuchsbedingung vier (maximaler Informationsgrad) spezifizierte alle Reaktionsparameter (Hand, Richtung, Weite) wodurch nur noch eine Wahlalternative verblieb. Die Information des Precue wurde für den Parameter Hand in Form eines Pfeils dargeboten, der nach rechts oder links, entsprechend der Reaktionshand wies. Die Parameter Richtung und Weite wurden in Form von vier Quadraten, deren Anordnung der Anordnung der Reaktionstasten entsprach kodiert. Eine Graufärbung der Quadrate zeigte die als Wahlalternative in Frage kommenden Reaktionstasten an. Bei minimaler Information färbten sich alle vier Quadrate grau, bei eingeschränkter Information zwei und bei maximaler Information eins. Die Information des Precue war zu hundert Prozent valide, d.h. es kam als Reaktionstaste immer nur eine Taste in Frage, die im Precue schon durch Graufärbung als mögliche Alternative angezeigt wurde. Die verwendeten Precues für Reaktionen mit der rechten Hand sind in Abbildung 2 dargestellt. Alle dargestellten Precues wurden auch mit einem nach links gerichteten Pfeil für Reaktionen mit der linken Hand verwendet.

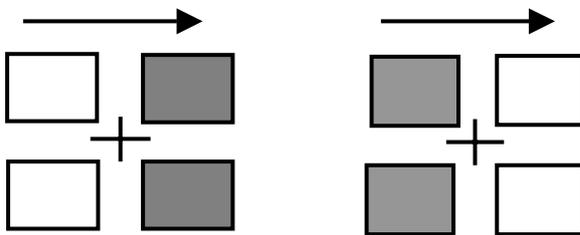
### **3. Versuchsaufbau**

Die Experimente fanden in einem ca. 9 m<sup>2</sup> großen schallisolierten, klimatisierten und elektrisch abgeschirmten Labor der Abteilung Physiologische Psychologie an der Universität Wuppertal statt. Über eine Gegensprechanlage war jederzeit eine wechselseitige Kontaktaufnahme zwischen Vp und Versuchsleiter (VI) möglich.

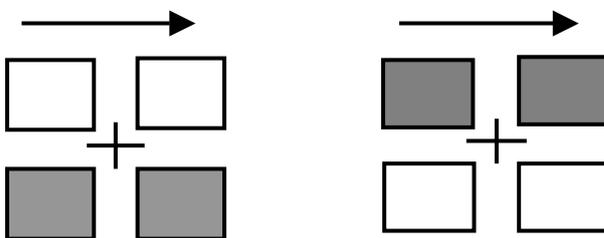
Bedingung minimale Information (spezifiziert Reaktionshand):



Bedingung Eingeschränkt 1 (spezifiziert Hand und Richtung [rechts/links]):



Bedingung Eingeschränkt 2 (spezifiziert Hand und Weite [nah/weit]):



Bedingung Maximal (spezifiziert Hand, Richtung und Weite):

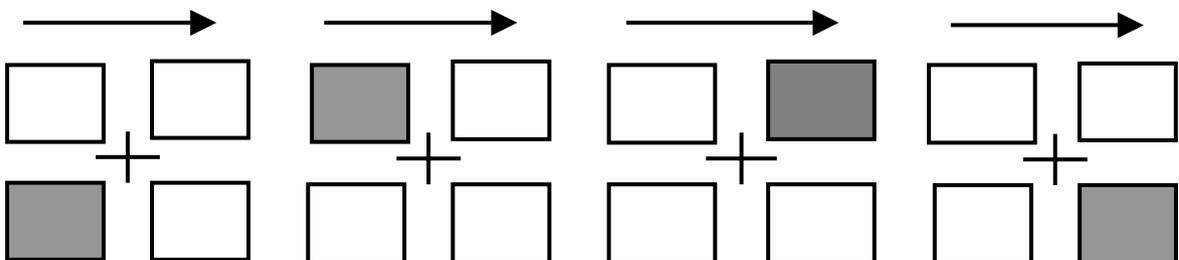


Abbildung 2: In den Versuchsbedingungen verwendete Precues.

Darüber hinaus bestand für den VI über eine im Labor angebrachte Kamera die Möglichkeit der visuellen Überwachung. Die Vpn saßen in einem Abstand von ca. 90 cm zu einem 20"-VGA-Farbmonitor (Samsung Syncmaster 20 GIsi), über den die Instruktionen und Stimuli dargeboten wurden. Die Beleuchtung des Labors war so eingestellt, dass Reflexionen auf dem Monitor und direkte Lichteinstrahlung in die Augen der Vpn vermieden wurden.

Der Ablauf der Experimente wurde durch einen PC (Pentium III 800 MHz) unter MS-DOS gesteuert und vollautomatisch dargeboten. Die Reaktionen wurden auf einer Tastatur (Cherry G 80-3000) ausgeführt, von der alle Tasten entfernt worden waren, mit Ausnahme jeweils einer Ausgangstaste und vier Zieltasten für jede Hand (siehe Abbildung 3). Die Sitzposition der Vpn wurde so eingerichtet, dass es ihnen möglich war, das Experiment bequem durchzuführen und Körperbewegungen so weit wie möglich zu vermeiden. Die Registrierung der EEG, EOG und EMG-Daten erfolgte mittels eines 128-Kanal Aufzeichnungsgerätes der Firma Nihon Kodan, Japan (Neurofax EEG-1100).

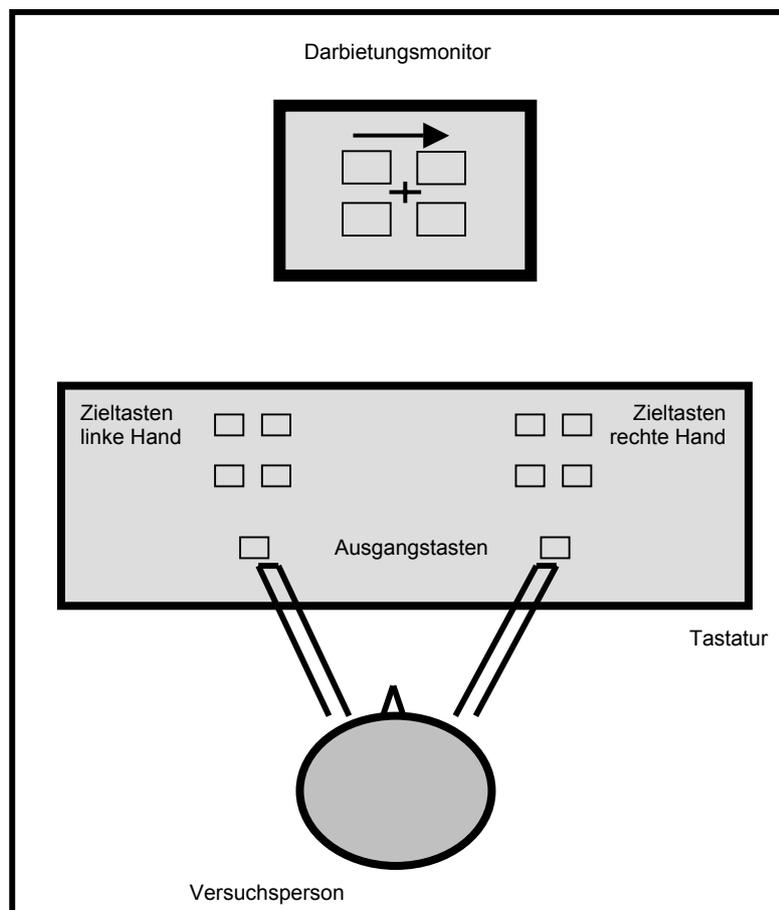


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Versuchsanordnung.

## 4. Versuchsablauf

Alle Versuche wurden in der Zeit zwischen 9.00 und 18.00 durch ein Team von zwei wechselnden Versuchsleitern durchgeführt.

### 4.1 Präexperimental-Phase

Nach der Begrüßung nahm die Vp im Laborvorraum Platz und wurde über die Art des Experiments und der Messungen unterrichtet, sowie darüber informiert, dass sie die Untersuchung jederzeit auf eigenen Wunsch abbrechen könne.

Das Anlegen der EEG-Elektroden erfolgte gemäß dem standardisierten 10-20-System (Jasper, 1958). Dazu wurde eine EEG-Kappe (Easy-Cap) der Firma Falk-Minow (Deutschland) verwendet. Vor dem Anlegen der EEG-Kappe wurde die Kopfhaut der Versuchspersonen mit 75%-igem Alkohol abgerieben. Anschließend wurde die Strecke zwischen Nasion und Inion sowie zwischen den präaurikulären Punkten beider Kopfseiten bestimmt. Jeweils der exakte Mittelpunkt der beiden Messstrecken wurde zur Lokalisation der Position Cz verwendet, so dass alle Elektroden dem 10-20er System folgend positioniert werden konnten. Nach dem Anlegen der Kappe, die durch einen Kinnriemen gegen ein Verrutschen gesichert war, wurde die Kopfhaut unmittelbar unter jeder Elektrodenposition mit einem Wattestab, mit einer für diesen Zweck geeigneten abrasiven Paste (Epicont, GE Medical Systems), aufgeraut und noch einmal mit Alkohol gereinigt. Daran anschließend wurden alle Elektrodenöffnungen mit einer chloridfreien Elektrodenpaste (Abralyt 2000, Falk Minow) gefüllt. Dazu wurden Spritzen mit abgerundetem Plastikkopf verwendet. Anschließend wurden die Elektroden (Ag/AgCl) einzeln in die Öffnungen der Kappe eingeklickt und mittels einer Steckverbindung an das EEG-Aufzeichnungsgerät angeschlossen. Durch eine Kontrolle und gegebenenfalls einer Nachbehandlung wurde sichergestellt, dass der Übergangswiderstand jeder einzelnen Elektrode weniger als 5 k $\Omega$  betrug. Zusätzlich zu den EEG-Elektroden wurden vier mit Elektrodengel (Hellige) befüllte Elektrooculogramm (EOG) -Elektroden (Beckman Baby Elektroden [Ag/AgCl], 2 mm/11 mm) zur Kontrolle und späteren Korrektur von Augenartefakten angebracht, eine oberhalb des linken Auges, eine unterhalb des linken Auges sowie je eine Elektrode lateral am rechten und am linken Auge. Als elektrisch

inaktive Referenzelektroden wurde auf jeder Hemisphäre eine Elektrode über den Mastoiden angebracht. Die Erdung der Vpn erfolgte über eine an der Stirn angebrachte Elektrode.

Nun erfolgte das Anlegen der EMG-Elektroden (Napfelektroden [Ag/AgCl] 8 mm/16 mm) an beiden Unterarmen nach den Empfehlungen von Fridlund und Cacioppo (1986), indem die Strecke zwischen Epicondylus medialis des Humerus und Processus styloideus des Radius gedrittelt wurde und vom erstgenannten aus der Punkt des ersten Drittels markiert und dann Richtung Processus styloideus fünf Zentimeter weiter ein zweiter Punkt markiert wurde. An diesen beiden markierten Punkten wurden die EMG-Elektroden angelegt und ebenfalls mit dem Aufzeichnungsgerät verbunden.

Hierauf wurde den Vpn auf dem Monitor Instruktionen dargeboten, die den Ablauf des Experiments erklärten (s. Anhang 2). Während die Vpn die Instruktionen lasen, stand der VI für evtl. Rückfragen zur Verfügung. Anschließend wurde durch die Präsentation von 2 Blöcken mit je 20 Probedurchgängen, bei denen sich der Versuchsleiter ebenfalls noch im Labor befand, sichergestellt, dass die Vpn die Durchführung des Versuches und die Aufgabenstellung verstanden hatten. Der eigentliche Versuch begann, nachdem der Versuchsleiter das Labor verlassen hatte und über die Gegensprechanlage der Vpn mitteilte, dass sie beginnen könne. Die Versuchsperson löste dann durch einen Tastendruck den Start der Experimentalphase aus.

#### **4.2 Experimental-Phase**

Für jede Versuchsbedingung wurden 160 Trials dargeboten, jeweils 80 für die rechte und linke Hand, die eine Reaktion erforderten (Go-Trials). In die sich so ergebenden 640 Go-Trials wurden 180 Trials eingestreut, die eine Zurückhaltung der Reaktion erforderten (No-Go Trials). Somit ergab sich die Gesamtzahl von 820 präsentierten Trials pro Vp. Die Darbietung erfolgte in 20 Blöcken zu je 41 Trials. Die Trials wurden über die Blöcke pseudo-randomisiert verteilt. In jedem Block wurden 32 Go und 9 NoGo Trials dargeboten. Zwischen den Blöcken konnten Pausen eingelegt werden, deren Länge die Vp selbst bestimmte. Der Start des nächsten Blocks erfolgte per Tastendruck. Vor dem Start eines jeden Trials wurden die Ausgangstasten vom Steuerungsprogramm abgefragt. Wurden nicht

beide Tasten gedrückt gehalten, erschien die Meldung „Bitte Ausgangstasten gedrückt halten.“ Der Programmablauf wurde erst dann automatisch fortgesetzt, wenn beide Ausgangstasten gedrückt wurden. Die Trials begannen mit dem Erscheinen eines Fixationskreuzes in der Bildschirmmitte für 400 ms. Hierauf folgend, wurde der Precue für die Dauer von 1500 ms dargeboten, der durch die Darbietung des Imperativen Stimulus (IS) für die Dauer von 1000 ms abgelöst wurde. Das Reaktionszeitfenster, in dem das Drücken der vom IS angezeigten Taste als richtige Reaktion gewertet wurde, lag im Bereich von 90 ms bis 1000 ms nach Erscheinen des IS. Im Falle einer richtigen Reaktion wurde ein leerer Bildschirm für 2500 ms dargeboten. Im Falle einer falschen Reaktion erfolgte 50 ms nach der Reaktion ein Feedback über den Fehler für die Dauer von 750 ms. Dieses Feedback konnte je nach Fehlerart lauten: „Zu früh losgelassen“, „Falsche Taste“, „keine Reaktion“, „No-Go“. Nach dem Feedback wurde ein leerer Bildschirm für die Dauer von 1700 ms präsentiert. Die Dauer des Gesamtexperiments hing von der durch die Vpn gewählten Dauer der Pausen ab und variierte zwischen 65 Minuten und 81 Minuten. Abbildung 4 zeigt im zeitlichen Verlauf der Präsentation einen repräsentativen Ablauf von Fixationsreiz, Precue und Imperativen Reiz. Abbildung 5 veranschaulicht die zeitliche Abfolge der Versuchsdurchgänge.

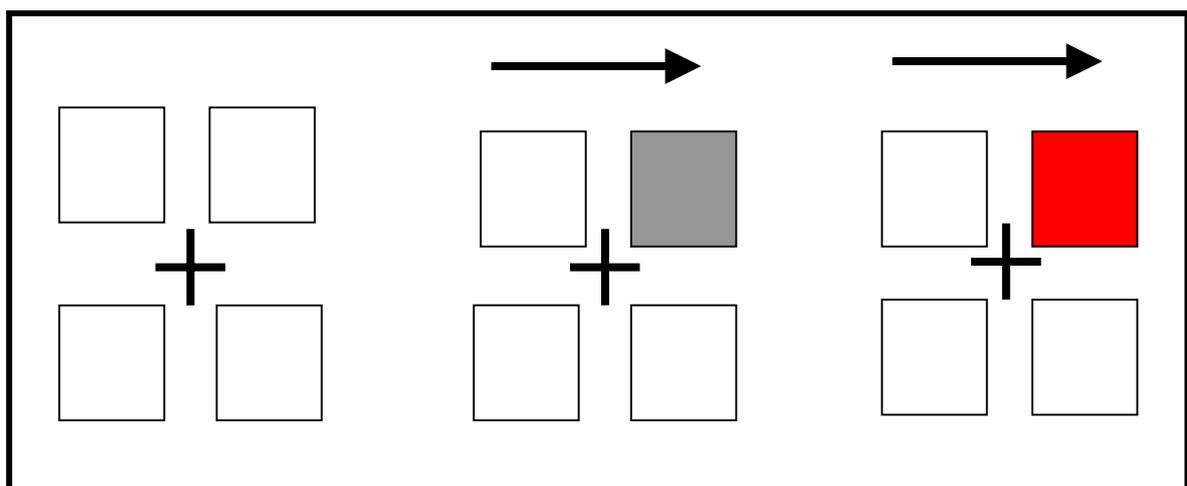
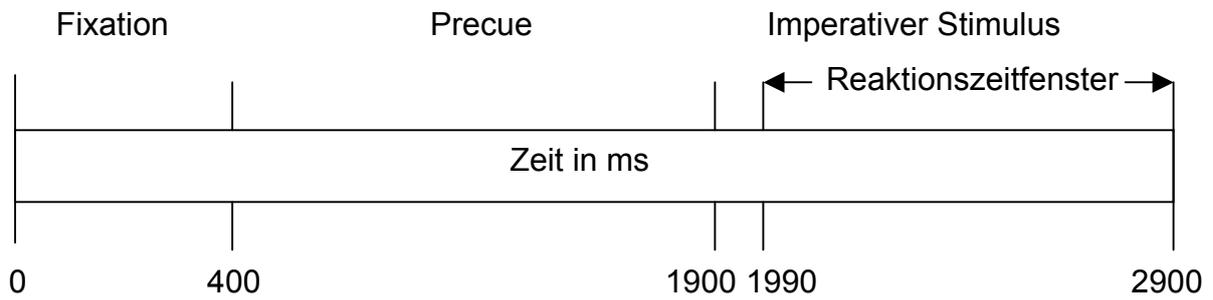
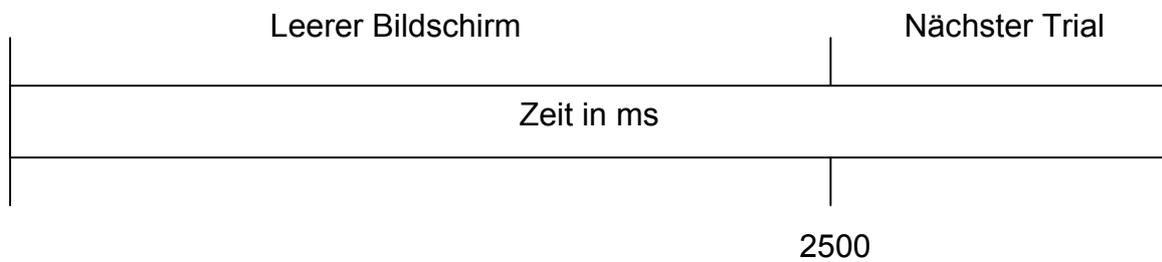


Abbildung 4: Beispielhafter Ablauf der Stimuli Darbietung innerhalb eines Trials (von links nach rechts): Fixation, Precue, Imperativer Reiz.



Richtige Reaktion:



Falsche Reaktion:

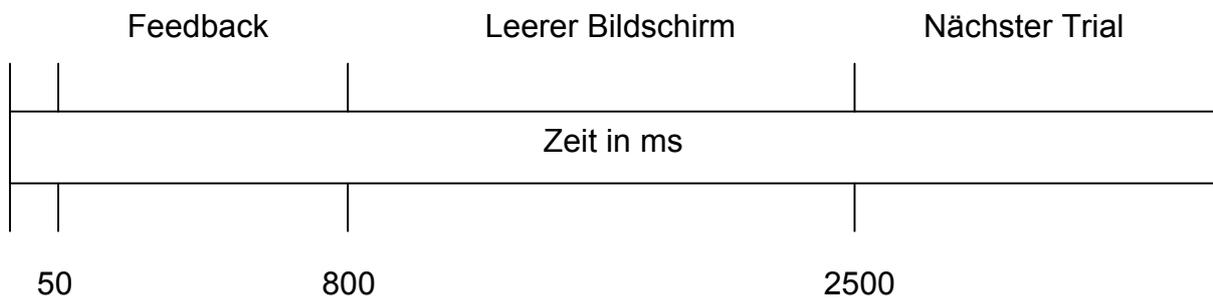


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf eines Trials.

### 4.3 Postexperimental-Phase

Nach Beendigung der Experimentalsitzungen wurde den Versuchspersonen Gelegenheit gegeben, sich das Elektrodengel aus den Haaren zu waschen. Danach füllte jede Vp eine Fragebogenbatterie aus, die folgende Fragebögen beinhaltete: Reducing-Augmenting Scale (RAS), Eysenck Personality Questionnaire (EPQ), Sensation Seeking Scale (SSS-V). Hiernach wurden die Vpn bezahlt und verabschiedet.

## 5. Abhängige Variablen

**Reaktionszeiten.** Die Gesamtreaktionszeiten wurden in die Komponenten Entscheidungszeit und Bewegungszeit differenziert und in Millisekunden erfasst. Die Entscheidungszeit wurde vom Erscheinen des imperativen Signals bis zum Loslassen der Ausgangstaste (Homekey) gemessen, die Bewegungszeit vom Loslassen der Ausgangstaste bis zum Drücken der Zieltaste (Targetkey). In der Berechnung der mittleren Bewegungs- und Entscheidungszeiten wurden nur Durchgänge berücksichtigt, in denen eine korrekte Reaktion erfolgte.

Fehler. Weiterhin wurde die Anzahl der, im Sinne der experimentellen Anweisung, begangenen Fehler der Vpn erfasst. Die Gesamtfehlerzahl wurde nach der speziellen Art der Fehler weiter aufgeschlüsselt (siehe Tabelle 2).

**Tabelle 2: Fehlerarten.**

Fehlerbenennung	Beschreibung
False Alarm	Ausführung einer Reaktion in einem No-Go Trial (Commission Fehler)
Antizipatorischer Fehler	Ausführung einer Reaktion in einem Zeitfenster bis 90 ms nach Erscheinen des IS
Falsche Taste	Reaktion auf eine andere als die durch den IS angezeigte Taste
Keine Reaktion	Ausgangstaste wurde nach Erscheinen des IS in einem Zeitfenster bis 1000 ms nicht losgelassen (Omission Fehler)
Keine Zieltaste	Loslassen der Ausgangstaste ohne in einem Zeitfenster bis 1000 ms nach Erscheinen des IS eine beliebige Zieltaste zu drücken.

**Komponenten des ereigniskorrelierten EEG-Signals.** Latenz und Amplitude der N1-Komponente wurden mit Bezug auf den S1 (Precue) und den S2 (Imperativer Stimulus) an den Positionen Fz, Cz, Pz, O1 und O2 bestimmt.

Latenz und Amplitude der P3-Komponente wurden mit Bezug auf den S1 (Precue) und den S2 (Imperativer Stimulus) an den Positionen Fz, Cz und Pz bestimmt.

Die Latenzen des R-LRP wurden entsprechend der bei Coles et al. (1995) beschriebenen Berechnungsmethode (vgl. Abschnitt 6) aus den Ableitungen an C3 und C4 bestimmt

**EMG.** Aus der Aufzeichnung der elektrischen Muskelaktivität an beiden Unterarmen wurden die Reaktionsamplitude, die Reaktionslatenz ( $EMG_{ONSET}$ : Zeitpunkt, an dem 10% der maximalen Amplitudenhöhe erreicht sind) und der Zeitpunkt der maximalen EMG-Auslenkung ( $EMG_{MAX}$ ) der gemittelten, gleichgerichteten EMG-Reaktionen bestimmt.

## 6. Biosignaltechnik und Parametrisierung

In der Analyse der psychophysiologischen Daten wurden nur Trials berücksichtigt, in denen eine korrekte Reaktion erfolgte.

**EEG.** Die EEG-Signale wurden mit einer Abtastfrequenz von 500 Hz aufgezeichnet. Zur Filterung wurde eine Zeitkonstante von 2 Sekunden, ein 50 Hz-Notchfilter und ein Tiefpassfilter von 35 Hz verwendet. Aufgezeichnet wurden insgesamt 64 Elektrodenpositionen (eine vollständige Liste aller abgeleiteten Elektrodenpositionen ist Anhang 3 zu entnehmen) von denen die Positionen C3, C4, O1, O2, Fz, Cz und Pz im Rahmen dieser Untersuchung berücksichtigt wurden.

Die Auswertung des EEGs wurde mit den Programmen „EEG Focus“ (Version 2.1) und „Brain Vision“ der Firma Brain Products (Deutschland) durchgeführt. Nachdem die relevanten Messstrecken (100 ms vor Erscheinen des Precue bis 1000 ms nach Erscheinen des IS) aus dem Gesamt-EEG mit Hilfe des Programms EEG Focus ausgeschnitten worden waren, erfolgte ein Export der Daten in das Programm Vision Analyser. Alle weiteren Auswertungsschritte erfolgten in diesem Programm. Für alle EEG-Signale erfolgte eine EOG-Korrektur auf der Grundlage der aufgezeichneten horizontalen und vertikalen Augenbewegungen mit Hilfe des

Verfahrens nach Gratton, Coles und Donchin (1983). Die Angabe der EEG-Amplituden erfolgt in Mikrovolt ( $\mu\text{V}$ ).

Nachdem für jede Versuchsbedingung getrennt für Reaktionen mit der rechten und linken Hand ein Average für jede Vpn über alle Trials mit korrekter Reaktion berechnet wurde, erfolgte eine Baselinekorrektur, die sich auf die 100 ms vor Erscheinen des Precue bezog.

*P3.* Die P3 wurde für die Ableitorte Fz, Cz und Pz sowohl mit zeitlichem Bezug auf den S1 als auch auf den S2 jeweils als höchster positiver Punkt im Bereich von 250 ms bis 800 ms nach Stimulus-Onset bestimmt.

*N1.* Die N1 wurde für die Ableitorte Fz, Cz, Pz, O1 und O2 sowohl mit zeitlichem Bezug auf den S1 als auch auf den S2 jeweils als höchster negativer Punkt im Bereich von 90 ms bis 160 ms nach Stimulus-Onset bestimmt.

*LRP.* Aus dem Average für C3 und C4 wurde die Differenz kontralaterale – ipsilaterale Reaktionsseite berechnet (für linksseitige Reaktionen C4 – C3, für rechtsseitige Reaktionen C3 – C4). Diese beiden Differenzkurven wurden anschließend nochmals gemittelt. Eine graphische Darstellung dieser Berechnungsschritte ist Anhang 4 zu entnehmen. Die Synchronisation der Messstrecken erfolgte mit Bezug auf die Reaktion (Loslassen der Ausgangstaste). Die Latenz des reaktionsbezogenen LRPs (R-LRP) wurde vom Beginn des LRPs (Zeitpunkt, an dem 10 % der maximalen Amplitude erreicht sind) bis zur beobachtbaren Reaktion bestimmt. Eine Auswertung des Stimulus-bezogenen LRPs (S-LRP) konnte aufgrund des sich als Reaktion auf die Spezifikation der Reaktionshand im Precue ausbildenden Foreperiod LRPs nicht durchgeführt werden (vgl. Leuthold, Sommer & Ulrich, 1996).

**EMG.** Die elektromyographischen Reaktionen jeder Vp wurden getrennt nach Reaktionshand und Versuchsbedingung gemittelt, anschließend gleichgerichtet und mit 5 Hz Tiefpass gefiltert. Aus den sich so ergebenden mittleren Reaktionskurven wurde der Gipfelpunkt der Reaktionsamplitude und deren Latenz sowie der Beginn der Reaktion nach dem 10 %-Onset Kriterium bestimmt.

## 7. Statistische Datenanalyse

Sämtliches Zahlenmaterial wird mit maximal drei Nachkommastellen angegeben. Bei der Darstellung der Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und Korrelationen ( $r$ ) wird statt des Kommas ein Punkt als Dezimaltrennzeichen verwendet. Bei Mittelwerten ( $M$ ) und Standardabweichungen ( $SD$ ) wird ein Komma verwendet. Das Signifikanzniveau wird einheitlich auf  $p \leq .05$  festgelegt. Als hochsignifikant gelten Ergebnisse ab einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p \leq .01$ , bis zu einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p \leq .1$  werden Ergebnisse als tendenziell signifikant bezeichnet. Wenn nicht anders vermerkt, werden zweiseitige Irrtumswahrscheinlichkeiten angegeben.

Im Falle von Messwiederholungsanalysen werden nach Greenhouse-Geisser korrigierte  $\varepsilon$ -Werte angegeben. Alle Datenanalysen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS für Windows (Version 11.0) durchgeführt.

Soweit nicht anders angegeben wurden sämtliche Analysen mit dem dreistufigen Zwischensubjektfaktor Augmenting-Reducing (A-R) und dem zweistufigen Zwischensubjektfaktor Geschlecht durchgeführt. Als Innersubjektfaktor wurde in jedem Fall der vierstufige Faktor Versuchsbedingung (Informationsgrade: minimal, eingeschränkt 1, eingeschränkt 2, maximal) verwendet. Zusätzliche Innersubjektfaktoren ergaben sich in Abhängigkeit von der jeweiligen Variable. Soweit Variablen aufgrund identischer Innersubjektfaktoren gemeinsam ausgewertet werden konnten, wurde eine multivariate Varianzanalyse zur Begrenzung der Kumulation des Alpha-Fehlers durchgeführt.

Zeigte ein mehr als zweistufiger Faktor einen signifikanten Effekt, wurden die Faktorstufen post-hoc mit paarweisen Einzelvergleichen untersucht. Bei Zwischensubjektfaktoren wurde der Scheffe-Test, bei Innersubjektfaktoren der Test nach Bonferroni verwendet. Bestand die Vermutung einer Verletzung der Varianzhomogenitätsannahme, wurde der Tamhane-Test verwendet.

### III. Ergebnisse

#### 1. Alter

Eine zweifaktorielle Varianzanalyse der Altersangaben erbrachte weder für den Faktor Augmenting-Reducing (A-R) ( $F(2/54)=1.007$ ;  $p=.372$ ) noch für den Faktor Geschlecht ( $F(1/54)=1.473$ ;  $p=.230$ ) signifikante Unterschiede. Eine Interaktion der Faktoren A-R und Geschlecht lag ebenfalls nicht vor ( $F(2/54)=.026$ ;  $p=.975$ ). Deskriptive Darstellungen der Altersangaben sind den Tabellen 3 und 4 sowie der Abbildung 6 zu entnehmen.

Tabelle 3: Durchschnittliches Alter der Substichproben. Werte in Klammern geben die Standardabweichung an.

	Reducer	Moderates	Augmenter	Total
Männlich	24,30 (2,00)	26,50 (4,84)	26,40 (4,25)	25,73 (3,89)
Weiblich	23,10 (3,14)	24,60 (6,48)	24,90 (6,81)	24,20 (5,58)
Total	23,70 (2,64)	25,55 (5,65)	25,65 (5,58)	24,97 (4,83)

Tabelle 4: Spannweite der Altersangaben (minimaler und maximaler Alterswert).

Reducer	Moderates	Augmenter	Männliche Vpn	Weibliche Vpn
20 - 29	18 - 37	20 - 42	18 - 42	21 - 36

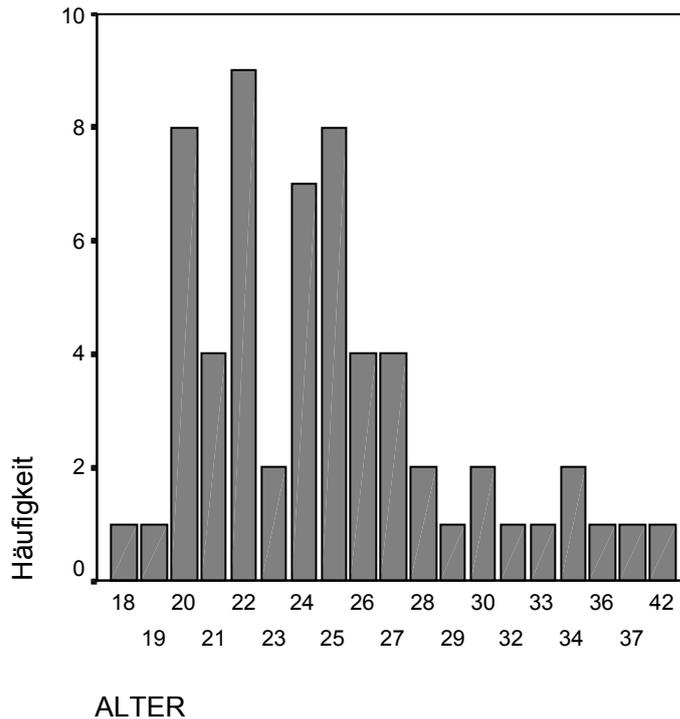


Abbildung 6: Häufigkeiten der Altersangaben der Gesamtstichprobe (N=60).

## 2. RAS-Punktwerte

Eine zweifaktorielle Varianzanalyse der RAS-Punktwerte erbrachte für den Faktor A-R einen hochsignifikanten Effekt ( $F(2/54)=128.803$ ;  $p<.001$ ). Paarweise Post-hoc-Vergleiche mittels Scheffe-Tests zeigten hochsignifikante ( $p<.001$ ) Unterschiede für jeden paarweisen Vergleich. Für den Faktor Geschlecht zeigte sich kein Effekt ( $F(1/54)=.133$ ;  $p=.717$ ). Eine Interaktion der Faktoren Augmenting-Reducing und Geschlecht lag nicht vor ( $F(2/54)=.186$ ;  $p=.831$ ). Eine deskriptive Darstellung der RAS-Punktwerte ist Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Durchschnittliche RAS-Punktwerte in den Substichproben (SD).

	Reducer	Moderates	Augmenter	Total
Männlich	35,60 (5,30)	25,10 (2,56)	15,50 (3,69)	25,40 (9,20)
Weiblich	34,50 (4,30)	25,50 (3,10)	15,10 (3,81)	25,03 (8,85)
Total	35,05 (4,73)	25,30 (2,77)	15,30 (3,66)	25,22 (8,95)

### 3. Psychometrisch erfasste Persönlichkeitsmerkmale

Zwischen den Skalen aller von den Versuchspersonen bearbeiteten Persönlichkeitsfragebögen (RAS, EPQ, SSS) wurden Pearson'sche Korrelationskoeffizienten berechnet und zweiseitig auf Signifikanz geprüft. Die komplette Korrelationsmatrix ist in Tabelle 6 dargestellt.

Tab. 6: Korrelationsmatrix der psychometrisch erfassten Persönlichkeitsmerkmale  
(\*:  $p < .05$ ; \*\*:  $p < .01$ ).

	E	N	P	SS	TAS	ES	DIS	BS	L
RAS	,538**	-,155	,375**	,593**	,390**	,281*	,430**	,556**	,025
E		-,309*	,458**	,538**	,322*	,219	,447**	,528**	-,087
N			-,165	-,335*	-,192	-,207	-,028	-,466**	,003
P				,520**	,275*	,423**	,229	,551**	-,186
SS					,692**	,645**	,691**	,731**	-,240
TAS						,190	,316*	,321*	-,172
ES							,217	,503**	-,186
DIS								,272*	,073
BS									-,142

RAS: Reducing-Augmenting Scale

**Eysenck-Personality-Questionnaire** (Kurzform): E: Extraversion; N: Neurotizismus;

P: Psychotizismus; L: Lügen-Skala

**Sensation Seeking Scale**: SS: Gesamtscore; TAS: Thrill and Adventure Seeking; ES: Experience Seeking; DIS: Disinhibition; BS: Boredom Susceptibility;

### 4. Zusammenhang Alter – Reaktionszeiten

Zur Bestimmung des Zusammenhangs zwischen dem Alter der Vpn und den Entscheidungszeiten, Bewegungszeiten und Reaktionszeiten wurden

Korrelationen nach Pearson an den Daten der Gesamtstichprobe (N = 60) berechnet und zweiseitig auf Signifikanz geprüft. Tabelle 7 fasst die Ergebnisse getrennt nach den vier Versuchsbedingungen zusammen.

Tabelle 7: Korrelationen der Altersangaben mit den Entscheidungszeiten, Bewegungszeiten und Reaktionszeiten. Der erste Wert in jeder Zelle gibt die Höhe der Korrelation an, Werte in Klammern das Signifikanzniveau. Fettgedruckte Korrelationen sind auf dem 5 %-Niveau signifikant.

	Minimal	Eingeschränkt 1	Eingeschränkt 2	Maximal
Entscheidungszeit	<b>.311</b> (.015)	<b>.335</b> (.009)	<b>.280</b> (.031)	.215 (.099)
Bewegungszeit	.114 (.387)	.095 (.469)	.149 (.256)	.116 (.377)
Reaktionszeit	<b>.306</b> (.017)	<b>.298</b> (.021)	<b>.300</b> (.020)	.217 (.095)

## 5. Motorzeit und Entscheidungszeit

Die in Millisekunden angegebenen Werte der Motorzeit und der Entscheidungszeit wurden mit Hilfe einer multivariaten Varianzanalyse ausgewertet. Aufgrund der von Schwerdtfeger (1999) berichteten Interaktion von Augmenting-Reducing mit dem Faktor Versuchshälfte wurde als erster Innersubjektfaktor innerhalb dieser Analyse der Faktor Versuchsabschnitt verwendet. Die vier Stufen dieses Faktors entstanden aus der Zusammenfassung von jeweils fünf zeitlich aufeinanderfolgenden Blöcken, wobei jeder Block 41 Trials beinhaltete. Der zweite Innersubjektfaktor war die Versuchsbedingung (vierstufig: Informationsgrad minimal, eingeschränkt 1, eingeschränkt 2, maximal). Als Zwischensubjektfaktoren wurden Augmenting-Reducing (dreistufig: Augmenter, Reducer, Moderates) und das Geschlecht verwendet.

Signifikante Haupteffekte ergaben sich für die Faktoren Versuchsabschnitt ( $F(6/49)=6,221$ ;  $p<.001$ ), Versuchsbedingung ( $F(6/49)=86,846$ ;  $p<.001$ ) und A-R ( $F(4/106)=2,623$ ;  $p=.039$ ). Der Faktor Geschlecht sowie alle Interaktionen dieser Analyse waren nicht signifikant.

Der multivariate Effekt des Faktors Versuchsabschnitt ging auf einen Effekt in der Variable Entscheidungszeit zurück ( $F(2,074/112,008)=17,527$ ;  $p<.001$ ). Paarweise

Einzelvergleiche nach Bonferroni zeigten, dass nur Versuchsabschnitt eins sich von allen anderen Versuchsabschnitten unterschied. Tabelle 8 stellt die mittleren Entscheidungszeiten getrennt nach den vier Versuchsabschnitten dar.

Tab. 8: Mittlere Entscheidungszeiten im zeitlichen Verlauf des Experiments.

Versuchsabschnitt 1 (Trial 1-5)	376,52 ms
Versuchsabschnitt 2 (Trial 6-10)	354,45 ms
Versuchsabschnitt 3 (Trial 11-15)	352,19 ms
Versuchsabschnitt 4 (Trial 16-20)	355,19 ms

Der Faktor Versuchsbedingung zeigte univariat Effekte auf die Entscheidungszeit ( $F(1,706/92,148)=347,325$ ;  $p<.001$ ) und die Bewegungszeit ( $F(1,9/102,614)=4,846$ ;  $p=.011$ ). Einzelvergleiche nach Bonferroni zeigten, dass die Entscheidungszeiten sich nur in den beiden Bedingungen mit eingeschränkter Information nicht unterschieden. Abbildung 7 zeigt die mittleren Entscheidungszeiten getrennt nach den vier Versuchsbedingungen. Für die Bewegungszeit zeigten die Einzelvergleiche, dass nur die Bedingungen Minimal und Eingeschränkt 2 sich voneinander unterschieden, und zwar mit einer Differenz von 8,45 ms.

Für den Faktor A-R zeigte sich univariat ein Effekt der Bewegungszeit ( $F(2/54)=3,87$ ;  $p=.027$ ). Paarweise Einzelvergleiche nach Scheffe zeigten, dass nur die Gruppe der Reducer sich signifikant von der Gruppe der Moderates unterschied. Abbildung 8 stellt die mittleren Bewegungszeiten getrennt für die Gruppen der Reducer, Augmenter und Moderates dar. Abbildung 9 und Tabelle 9 stellen die Bewegungszeiten der Reducer, Augmenter und Moderates nochmals differenziert nach den vier Versuchsbedingungen dar.

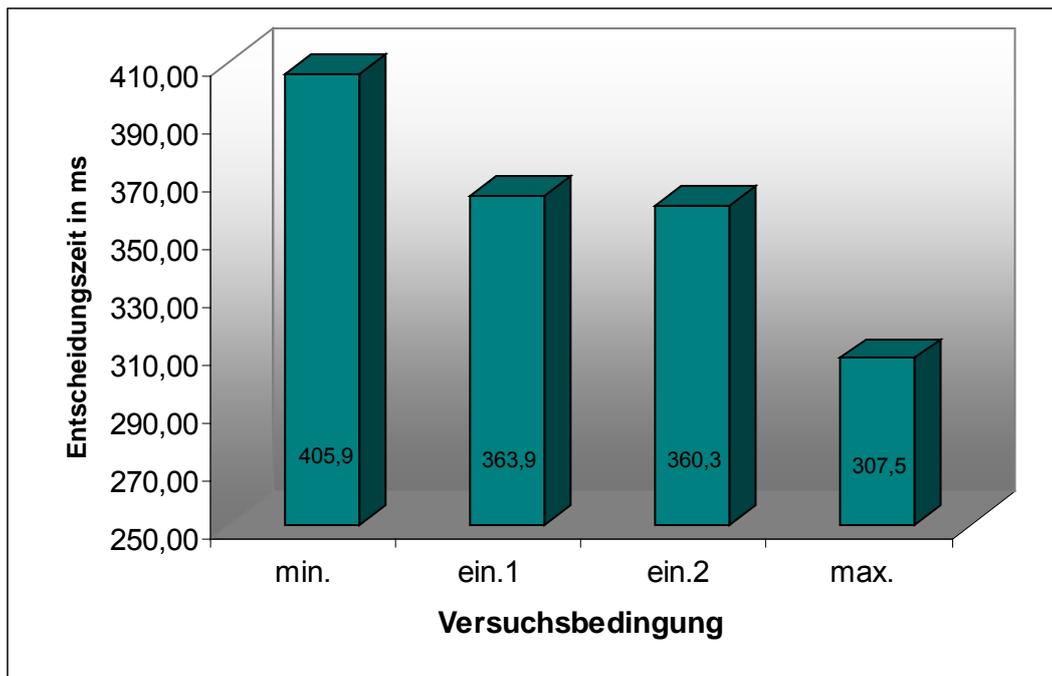


Abbildung 7: Entscheidungszeiten in den vier Versuchsbedingungen, gemittelt über alle Versuchspersonen.

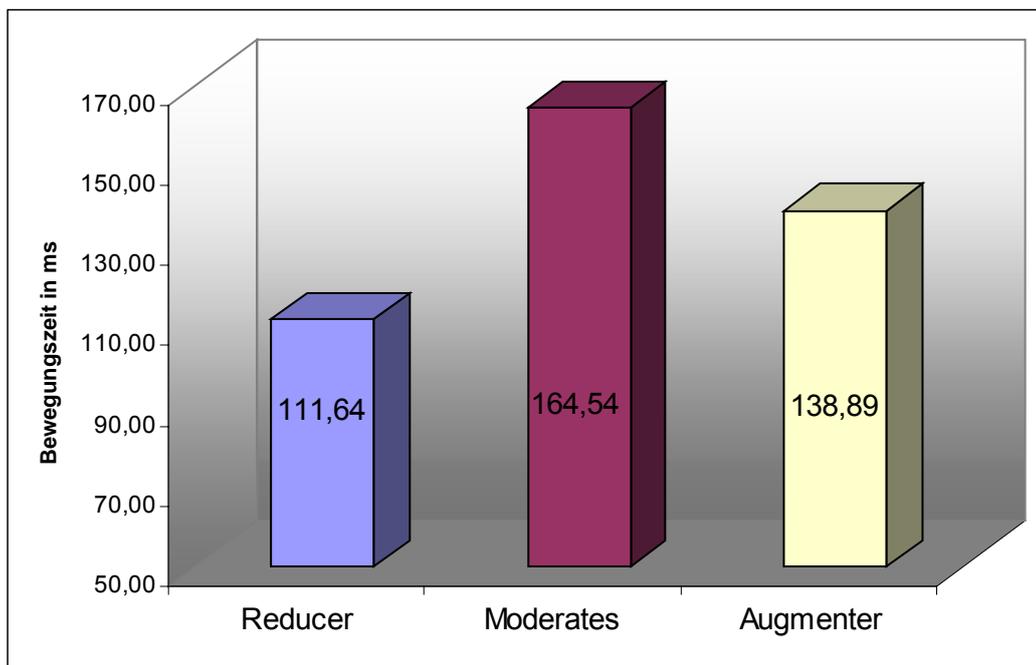


Abbildung 8: Mittlere Bewegungszeit der Reducer, Moderates und Augmenter, gemittelt über alle Versuchsbedingungen.

Tabelle 9: Mittlere Bewegungszeit (in ms) der Substichproben in den vier Versuchsbedingungen. Werte in Klammern geben die Standardabweichung an.

	Minimal	Eingeschränkt 1	Eingeschränkt 2	Maximal
Reducer	108,83 (38,91)	111,89 (43,39)	116,09 (43,31)	109,73 (42,07)
Moderates	154,30 (69,82)	164,69 (79,57)	167,87 (74,70)	171,29 (80,58)
Augmenter	137,65 (67,24)	139,08 (63,76)	143,04 (64,91)	135,78 (64,29)

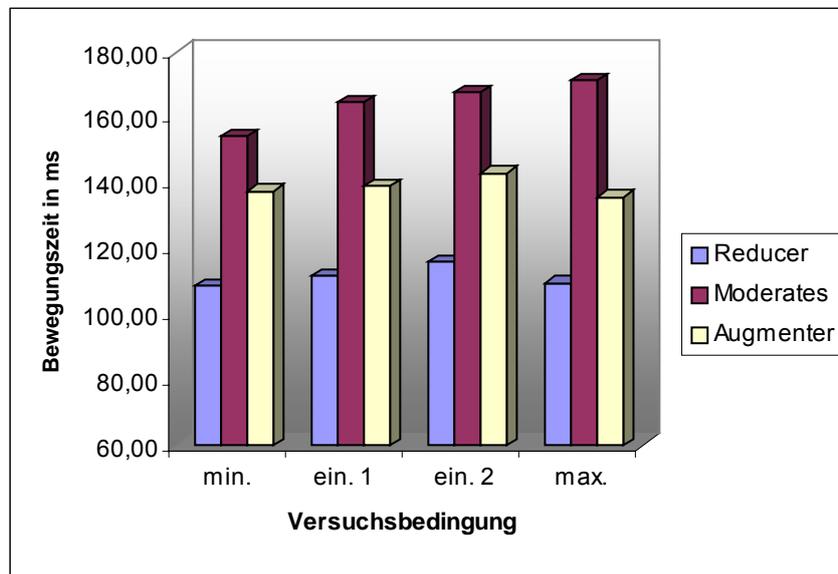


Abbildung 9: Mittlere Bewegungszeit der Reducer, Moderates und Augmenter in den vier Versuchsbedingungen.

## 6. Varianzhomogenität der Entscheidungszeit

Die Ergebnisse von Levene-Tests berechnet an den Entscheidungszeiten aller Bedingungen zeigen, dass für die drei Versuchspersonengruppen in den Bedingungen Eingeschränkt 1, Eingeschränkt 2, und Maximal keine Varianzhomogenität besteht (Tabelle 10).

Tabelle 10: Levene-Test der Entscheidungszeiten auf Gleichheit der Fehlervarianzen der Reducer, Moderates und Augmenter.

	F	df1	df2	Signifikanz
Minimal	2,535	2	57	.088
Eingeschränkt 1	4,298	2	57	<b>.018</b>
Eingeschränkt 2	3,907	2	57	<b>.026</b>
Maximal	4,502	2	57	<b>.015</b>

Eine Durchsicht der Daten auf deskriptivem Niveau zeigte, dass die größte Standardabweichung und die größte Spannweite der Werte für alle Bedingungen in der Gruppe der Moderates auftrat. Dies führte zu der Vermutung, dass die nicht gegebene Varianzhomogenität sich auf eine übermäßig große Intragruppenvarianz der Moderates zurückführen ließe. Ein weiterer Levene-Test, durchgeführt an den mittleren Entscheidungszeiten für alle Bedingungen, bei dem nur die Daten der Reducer und Augmenter berücksichtigt wurden, konnte die Vermutung bestätigen. Ohne Moderates bestand Varianzhomogenität in allen Versuchsbedingungen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Levene-Test der Entscheidungszeiten auf Gleichheit der Fehlervarianzen ohne Moderates.

	F	df1	df2	Signifikanz
Minimal	1,237	1	38	.273
Eingeschränkt 1	0,895	1	38	.350
Eingeschränkt 2	1,072	1	38	.307
Maximal	2,481	1	38	.124

Eine nicht gegebene Varianzhomogenität hat Einfluss auf die Ergebnisse einer Varianzanalyse. Auch wenn die Varianzheterogenität im vorliegenden Fall auf die Gruppe der Moderates zurückzuführen ist, kann dies, durch den Einfluss auf die Fehlervarianz, den Vergleich von Augmentern und Reducern ebenfalls beeinflussen. Eine nachträglich durchgeführte Analyse belegte diesen Sachverhalt. Innerhalb einer Messwiederholungs-Varianzanalyse an den Daten der Entscheidungszeiten mit dem vierstufigen Innersubjektfaktor Versuchsbedingung und dem zweistufigen Innersubjektfaktor A-R (Augmenter und

Reducer; die Daten der Moderates blieben wie erwähnt unberücksichtigt) zeigte sich ein hochsignifikanter Effekt der Versuchsbedingung ( $F(1,712/65,074)=265,551$ ;  $p<.001$ ) und ein signifikanter Effekt des Faktors Augmenting-Reducing ( $F(1/38)=4,448$ ;  $p=.042$ ). Eine Interaktion der Faktoren Versuchsbedingung und A-R lag nicht vor ( $F(1,71/65,074)=.304$ ;  $p=.705$ ). Die Abbildungen 10 und 11 sowie die Tabelle 12 stellen die Entscheidungszeiten dar.

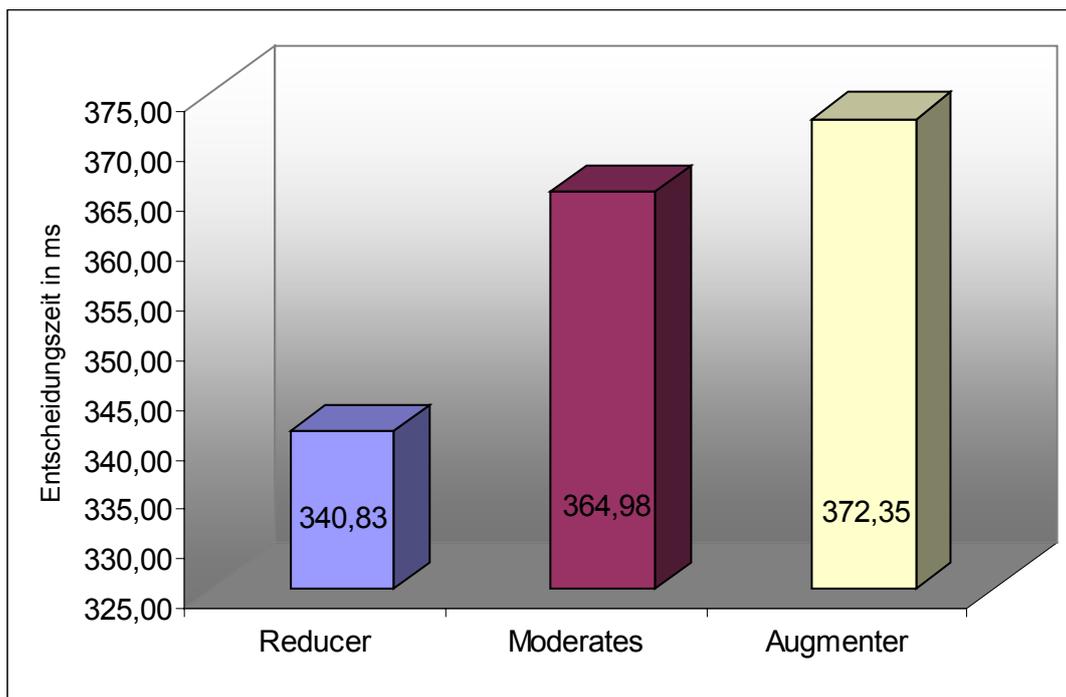


Abbildung 10: Entscheidungszeiten der Reducer, Moderates und Augmenter gemittelt über alle Bedingungen.

Tabelle 12: Mittlere Entscheidungszeiten (in ms) der Substichproben in den vier Versuchsbedingungen. Werte in Klammern geben die Standardabweichung an.

	Minimal	Eingeschränkt 1	Eingeschränkt 2	Maximal
Reducer	390,12 (49,19)	344,86 (42,37)	343,17 (44,30)	285,14 (37,83)
Moderates	408,43 (80,08)	370,06 (78,85)	364,54 (76,84)	316,86 (72,40)
Augmenter	418,99 (60,89)	376,64 (52,60)	373,26 (52,31)	320,50 (51,19)

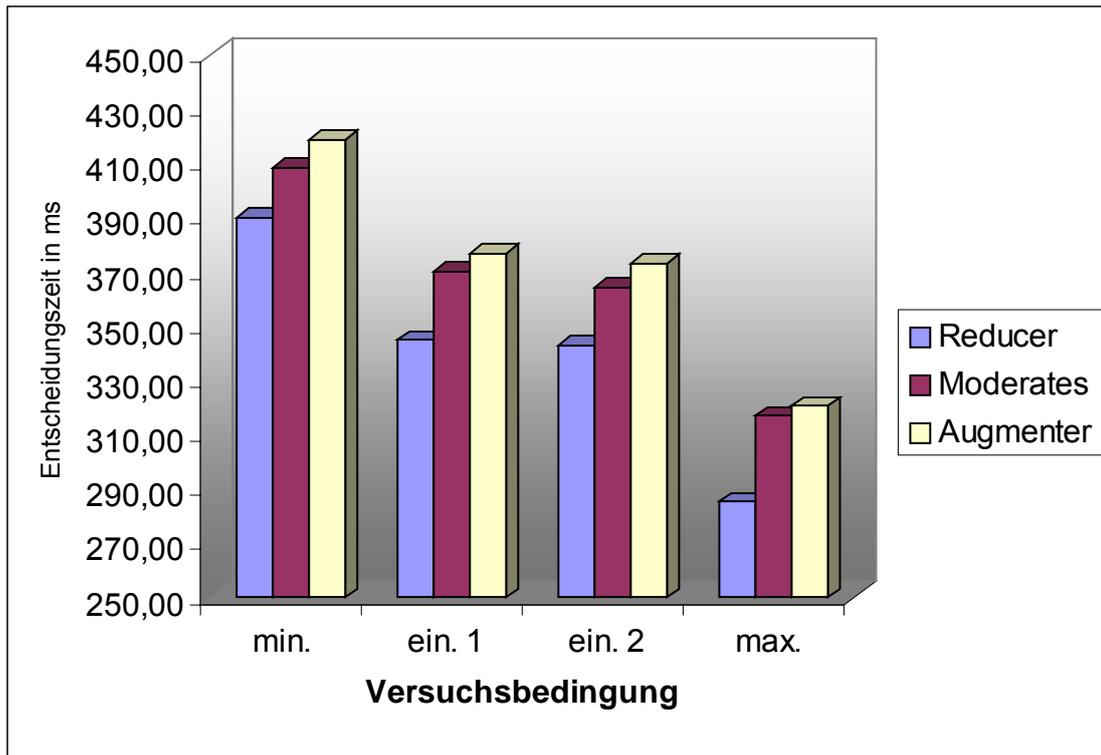


Abbildung 11: Entscheidungszeiten für Reducer, Moderates und Augmenter in den vier Versuchsbedingungen.

## 7. Gesamtreaktionszeit

Neben der Differenzierung in Motor- und Entscheidungszeit fand u.a. aus Gründen der Vergleichbarkeit mit anderen Studien auch eine Analyse der Gesamtreaktionszeit (Entscheidungszeit + Bewegungszeit) statt. Durchgeführt wurde eine Varianzanalyse, mit dem vierstufigen Innersubjektfaktor Versuchsbedingung und den Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht.

Der Faktor Versuchsbedingung zeigte einen hochsignifikanten Effekt ( $F(1,789/96,607)=209,716$ ;  $p<.001$ ). Paarweise Vergleiche nach Bonferroni zeigten, dass außer zwischen den beiden Bedingungen mit eingeschränkter Information, zwischen allen Bedingungen hochsignifikante Unterschiede bestanden ( $p<.001$ ). Abb. 12 stellt die mittleren Gesamtreaktionszeiten in den vier Versuchsbedingungen dar.

Der Faktor A-R zeigte ebenfalls einen signifikanten Effekt ( $F(2/54)=4,706$ ;  $p=.013$ ). Paarweise Vergleiche nach Tamhane zeigten, dass die Gruppe der Reducer sich sowohl von der Gruppe der Augmenter ( $p=.03$ ), als auch von der Gruppe der Moderates ( $p=.016$ ) signifikant unterschied. Die Abbildungen 12 und 13 sowie Tabelle 13 zeigen die mittleren Reaktionszeiten, getrennt nach den vier Versuchsbedingungen und dem Faktor Augmenting-Reducing.

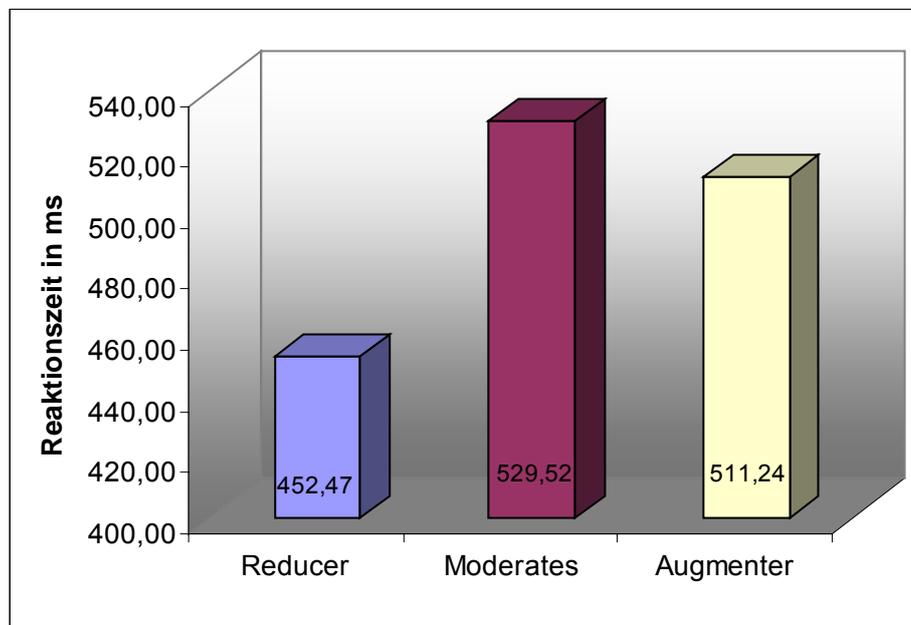
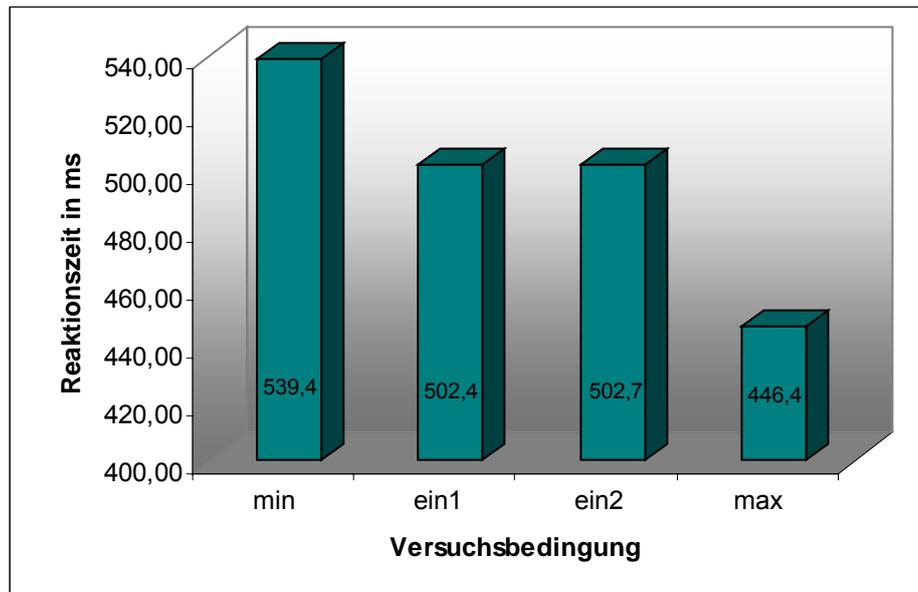


Abbildung 12: Gesamtreaktionszeit (in ms) gemittelt über alle Versuchspersonen, getrennt nach Versuchsbedingungen (oben) und mittlere Gesamtreaktionszeit (in ms) der Reducer, Moderates und Augmenter, gemittelt über alle Versuchsbedingungen (unten).

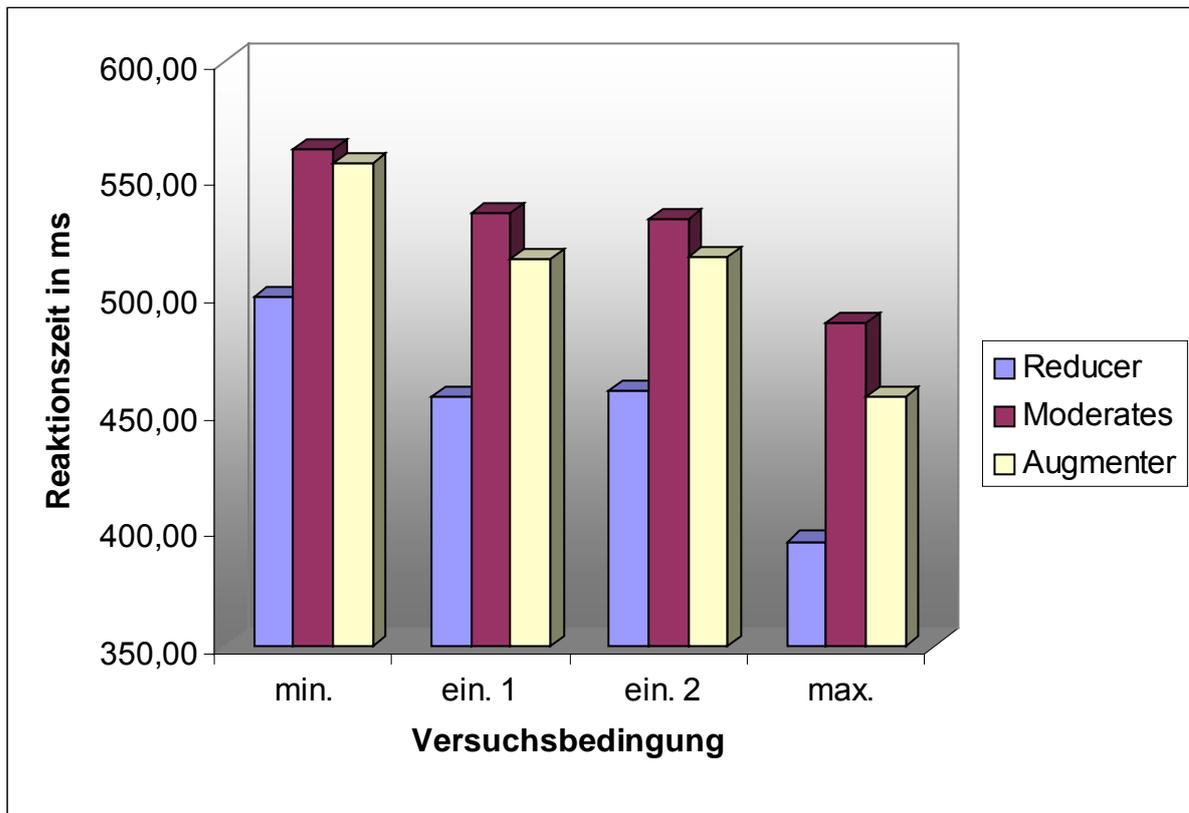


Abbildung 13: Mittlere Gesamtreaktionszeit (in ms) der Reducer, Moderates und Augmenter in den vier Versuchsbedingungen.

Tabelle 13: Mittlere Reaktionszeit (in ms) der Substichproben in den vier Versuchsbedingungen. Werte in Klammern geben die Standardabweichung an.

	Minimal	Eingeschränkt 1	Eingeschränkt 2	Maximal
Reducer	498,96 (50,64)	456,75 (42,96)	459,27 (47,44)	394,87 (47,11)
Moderates	562,73 (103,73)	534,75 (107,83)	532,42 (104,72)	488,16 (107,72)
Augmenter	556,65 (93,04)	515,72 (88,01)	516,31 (87,63)	456,28 (90,27)

## 8. Fehler

An den abhängigen Variablen (1) Falsche Taste, (2) antizipatorischer Fehler, (3) Keine Reaktion, (4) Keine Zieltaste und (5) Go bei No-Go (False Alarm), jeweils angegeben in absoluten Häufigkeiten, wurde eine multivariate Varianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht und dem vierstufigen Innersubjektfaktor Versuchsbedingung durchgeführt.

Für den Faktor Geschlecht zeigte sich ein tendenziell signifikanter Effekt ( $F(5/50)=1,977$ ;  $p=.098$ ). Dieser konnte in univariaten Analysen auf einen Effekt in der Variablen „Keine Zieltaste“ zurückgeführt werden ( $F(1/54)=3,347$ ;  $p=.073$ ). Weibliche Vpn zeigten in der Variablen „Keine Zieltaste“ einen Mittelwert von  $M=2,95$ , männliche Vpn einen Mittelwert von  $M=5,43$ .

Der multivariate Haupteffekt des Faktors Bedingung ( $F(15/40)=9,512$ ;  $p<.001$ ) konnte in univariaten Analysen auf Effekte in den Variablen „Falsche Taste“ ( $F(2,624/141,67)=22,73$ ;  $p<.001$ ), „Keine Reaktion“ ( $F(2,573/138,93)=7,687$ ;  $p<.001$ ), „Keine Zieltaste“ ( $F(2,277/122,95)=4,639$ ;  $p=.009$ ) und „False Alarm“ ( $F(2,008/108,422)=52,005$ ;  $p<.001$ ) zurückgeführt werden. Tabelle 14 stellt die mittleren Häufigkeiten der unterschiedlichen Fehlerarten in den vier Versuchsbedingungen dar. Aufgrund der geringen Höhe dieser Differenzen erscheinen weitere paarweise Post-hoc-Vergleiche nicht angemessen. Der Faktor A-R zeigte in der multivariaten Analyse keinen signifikanten Effekt ( $F(10/100)=1,353$ ;  $p=.213$ ).

Tab. 14: Mittlere absolute Fehlerhäufigkeit in den vier Versuchsbedingungen. Werte in Klammern geben die Standardabweichung an.

	Falsche Taste	Antizipatorischer F.	Keine Reaktion	Keine Zieltaste	False Alarm
Minimal	2,71 (3,26)	4,93 (3,17)	1,51 (2,15)	3,63 (5,59)	0,68 (0,89)
Eingeschränkt 1	3,25 (3,31)	5,13 (2,89)	1,01 (1,51)	4,43 (6,16)	1,13 (1,09)
Eingeschränkt 2	5,61 (4,59)	4,55 (2,83)	0,91 (1,55)	3,56 (5,52)	0,50 (0,74)
Maximal	4,65 (3,81)	5,06 (3,74)	0,56 (1,21)	5,13 (6,70)	3,06 (2,14)

## 9. Elektromyographische Reaktionen

An den Variablen Latenz und Amplitude der maximalen Auslenkung der EMG-Reaktionen ( $EMG_{MAX}$ ) sowie der EMG-Onset-Latenz, bestimmt nach dem 10%-Kriterium ( $EMG_{ONSET}$ ), wurde eine multivariate Varianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht und dem Innersubjektfaktor Versuchsbedingung (vierstufig) durchgeführt.

Aufgrund von nicht eindeutig interpretierbaren Verläufen der gemittelten EMG-Reaktionen konnten die Daten von sechs Versuchspersonen in dieser Analyse nicht berücksichtigt werden, was zu einer reduzierten Vpn-Anzahl von  $N=54$  führte.

Für den Faktor Bedingung konnte ein signifikanter Effekt beobachtet werden ( $F(9/40)=20,529$ ;  $p<.001$ ). Dieser konnte in univariaten Analysen auf Effekte innerhalb der Variablen  $EMG_{MAX}$ -Latenz ( $F(2,688/129,026)=14,841$ ;  $p<.001$ ) und  $EMG_{ONSET}$  zurückgeführt werden ( $F(2,54/121,944)=45,45$ ;  $p<.001$ ). Einzelvergleiche nach Bonferroni zeigten, dass für die beiden Variablen  $EMG_{MAX}$ -Latenz und  $EMG_{ONSET}$  zwischen allen Bedingungen, mit Ausnahme der beiden Bedingungen mit eingeschränkter Information, signifikante ( $p<.05$ ) Differenzen bestanden. Die Mittelwerte von  $EMG_{MAX}$ -Latenz und  $EMG_{ONSET}$  in den vier Bedingungen sind in Tabelle 15 dargestellt. Abbildung 14 stellt den Grand Average der EMG-Reaktionen aller Vpn für die vier Versuchsbedingungen dar.

Weiterhin zeigte der Faktor A-R in der multivariaten Analyse einen signifikanten Effekt ( $F(6/92)=2,278$ ;  $p=.043$ ). Dieser konnte in univariaten Analysen ebenfalls auf Effekte innerhalb der Variablen  $EMG_{MAX}$ -Latenz ( $F(2/48)=3,540$ ;  $p=.037$ ) und  $EMG_{ONSET}$  ( $F(2/48)=3,435$ ;  $p=.040$ ) zurückgeführt werden. Einzelvergleiche nach Scheffe zeigten für die Variable  $EMG_{MAX}$ -Latenz signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen der Reducer und Moderates ( $p=.041$ ), für die Variable  $EMG_{ONSET}$  hingegen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen der Reducer und Augmenter ( $p=.037$ ). Tabelle 15 stellt die Mittelwerte der Stufen des Faktors A-R dar. Abbildung 15 zeigt die Grand Averages der Reducer, Moderates und Augmenter.

Tabelle 15: Latenzen (in ms) des EMG-Onsets und der maximalen EMG-Auslenkung innerhalb der vier Versuchsbedingungen und der drei Stufen des Merkmals A-R.

<b>EMG<sub>MAX</sub></b>	<b>Minimal</b>	<b>Eingeschränkt1</b>	<b>Eingeschränkt2</b>	<b>Maximal</b>
	705,41	666,09	663,21	625,17
	<b>Reducer</b>	<b>Moderates</b>		<b>Augmenter</b>
616,43	700,02		678,46	

<b>EMG<sub>ONSET</sub></b>	<b>Minimal</b>	<b>Eingeschränkt1</b>	<b>Eingeschränkt2</b>	<b>Maximal</b>
	363,45	323,48	318,49	277,26
	<b>Reducer</b>	<b>Moderates</b>		<b>Augmenter</b>
277,39	326,99		357,64	

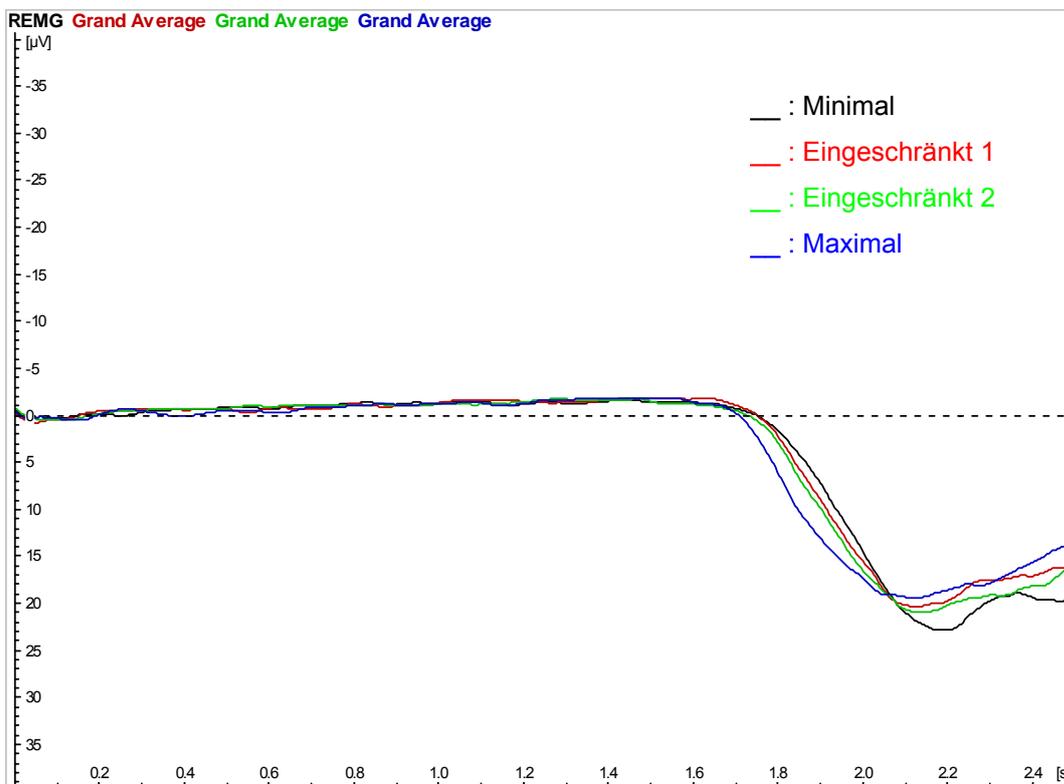


Abbildung 14: Grand Averages der gemittelten EMG-Reaktionen für die vier Versuchsbedingungen. Darbietung des S1 bei 0 sec., Darbietung des S2 bei 1,5 sec.

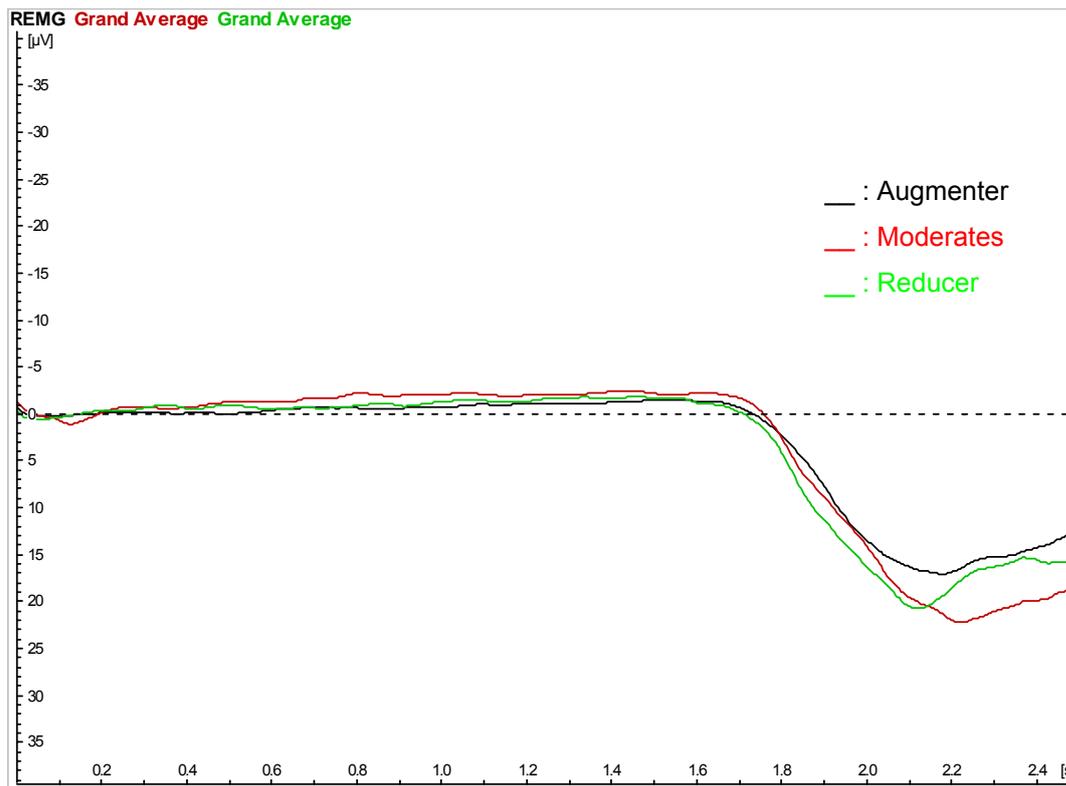


Abbildung 15: Grand Averages der gemittelten EMG-Reaktionen der Moderates, Reducer und Augmenter. Darbietung des S1 bei 0 sec., Darbietung des S2 bei 1,5 sec.

## 10. Die N1-Komponente des ereigniskorrelierten EEG-Potentials

### 10.1 Latenz

Die Auswertung der N1-Latenzen erfolgte über eine Messwiederholungsvarianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht und den Innersubjektfaktoren Stimulus (zweistufig: S1, S2), Position (fünfstufig: Fz, Cz, Pz, O1, O2) und Bedingung (vierstufig).

Einen signifikanten Effekt zeigte der Faktor Position ( $F(2,045/110,435)=27,291$ ;  $p<.001$ ). Die Latenzen an den fünf Positionen, gemittelt über alle Versuchspersonen, Bedingungen und Stimuli betragen:  $M_{Fz}=124,52$  ms,  $M_{Cz}=123,60$  ms,  $M_{Pz}=129,05$  ms,  $M_{O1}=131,14$  ms und  $M_{O2}=131,45$  ms. Einzelvergleiche nach Bonferroni zeigten, dass keine Unterschiede zwischen den Positionen Fz und Cz sowie zwischen Pz, O1 und O2 bestanden. Alle anderen paarweisen Vergleiche ergaben signifikante Unterschiede ( $p<.05$ ). Weiter ergab sich eine tendenziell signifikante Interaktion Stimulus x Position

( $F(2,114/114,130)=2,531$ ;  $p=.081$ ). Tabelle 16 stellt die N1-Latenzen auf den S1 und S2 an den fünf Positionen dar.

Tab. 16: Latenzen (in ms) der N1, gemittelt über alle Versuchsbedingungen und Vpn an den Positionen Fz, Cz, Pz, O1 und O2.

	S1	S2
Fz	123,92	125,11
Cz	122,28	124,91
Pz	127,02	131,08
O1	131,17	131,10
O2	132,20	130,69

Die Interaktion Position x A-R erwies sich ebenfalls als signifikant ( $F(4,09/110,435)=3,314$ ;  $p=.013$ ). Tabelle 17 zeigt die mittleren N1-Latenzen an den fünf Positionen für Augmenter, Reducer und Moderates über den S1 und S2 und die vier Versuchsbedingungen gemittelt. Zur genauen Aufklärung dieser Interaktion wurde, getrennt für jeden Stimulus, an jeder Position eine einzelne Varianzanalyse mit dem Innersubjektfaktor Versuchsbedingung (vierstufig) und den Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht durchgeführt. Ein Haupteffekt des Faktors A-R ergab sich innerhalb dieser Analysen für den S1 an der Position O2 ( $F(2/54)=3,285$ ;  $p=.045$ ). Paarweise Vergleiche nach Scheffe zeigten eine statistisch bedeutsame Differenz zwischen den Reducern und Moderates ( $p=.045$ ;  $M_{\text{Red.}}=127,25$  ms;  $M_{\text{Aug.}}=132,19$  ms;  $M_{\text{Mod.}}=137,19$  ms). Ein tendenziell signifikanter Effekt des Faktors A-R ergab sich für den S2 an der Position O1 ( $F(2/54)=3,046$ ;  $p=.056$ ). Paarweise Vergleiche nach Scheffe zeigten tendenziell signifikante Unterschiede zwischen Reducern und Moderates ( $p=.076$ ;  $M_{\text{Red.}}=128,55$  ms;  $M_{\text{Aug.}}=129,80$  ms;  $M_{\text{Mod.}}=134,98$  ms).

Tabelle 17: Latenzen (in ms) der N1 für die drei Stufen des Faktors A-R an den Positionen Fz, Cz, Pz, O1 und O2, gemittelt über die vier Versuchsbedingungen und beide Stimuli (S1 und S2).

	Reducer	Augmenter	Moderates
Fz	126,34	123,95	123,26
Cz	124,13	124,48	122,19
Pz	130,23	127,30	129,64
O1	129,09	129,94	134,39
O2	129,05	130,64	134,66

## 10.2 Amplitude

Die Auswertung der N1-Amplituden erfolgte über eine Messwiederholungsvarianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht und den Innersubjektfaktoren Stimulus (zweistufig: S1, S2), Position (fünfstufig: Fz, Cz, Pz, O1, O2) und Bedingung (vierstufig).

Für den Faktor Stimulus zeigte sich ein signifikanter Effekt ( $F(1/54)=52,883$ ;  $p<.001$ ). Für den S1 ergab sich eine mittlere Amplitude von  $M=-4,48 \mu V$ , für den S2 von  $M=-8,23 \mu V$ . Zusätzlich bestand eine tendenziell signifikante Interaktion der Faktoren Stimulus x Geschlecht ( $F(1,54)=2,825$ ;  $p=.099$ ). Bei den männlichen Vpn zeigte sich der Haupteffekt des Faktors Stimulus in ausgeprägterer Form ( $M_{S1}=-4,23 \mu V$ ;  $M_{S2}=-8,85 \mu V$ ) als bei den weiblichen Vpn ( $M_{S1}=-4,70 \mu V$ ;  $M_{S2}=-7,62 \mu V$ ).

Weiterhin zeigte der Faktor Position einen signifikanten Effekt ( $F(2,041/110,194)=98,383$ ;  $p<.001$ ). Die Mittelwerte der fünf Positionen, gemittelt über beide Stimuli und die vier Versuchsbedingungen, betragen für die Gesamtstichprobe:  $M_{Fz}=-5,607 \mu V$ ;  $M_{Cz}=-8,848 \mu V$ ;  $M_{Pz}=-8,948 \mu V$ ;  $M_{O1}=-4,318 \mu V$ ;  $M_{O2}=-4,059 \mu V$ . Keine Unterschiede bestanden zwischen Cz und Pz sowie zwischen O1 und O2. Alle anderen paarweisen Vergleiche erbrachten signifikante Differenzen ( $p<.05$ ).

Ein signifikanter Effekt des Faktors Bedingung ( $F(2,397/129,451)=8,017$ ;  $p<.001$ ) konnte in den paarweisen Vergleichen durch signifikante Unterschiede ( $p<.05$ )

zwischen der Bedingung Minimal und allen anderen Bedingungen erklärt werden ( $M_{\min.} = -5,893 \mu\text{V}$ ;  $M_{\text{ein.1}} = -6,407 \mu\text{V}$ ;  $M_{\text{ein.2}} = -6,395 \mu\text{V}$ ;  $M_{\max} = -6,729 \mu\text{V}$ ). Die beiden Interaktionen Stimulus x Bedingung ( $F(2,446/132,088) = 7,352$ ;  $p < .001$ ) und Stimulus x Position x Bedingung ( $F(5,217/281,692) = 10,06$ ;  $p < .001$ ) erwiesen sich ebenfalls als signifikant. Abbildung 16 stellt die Effekte auf die N1-Amplitude innerhalb der vier Versuchsbedingungen an den fünf Positionen für den S1 und den S2 dar.

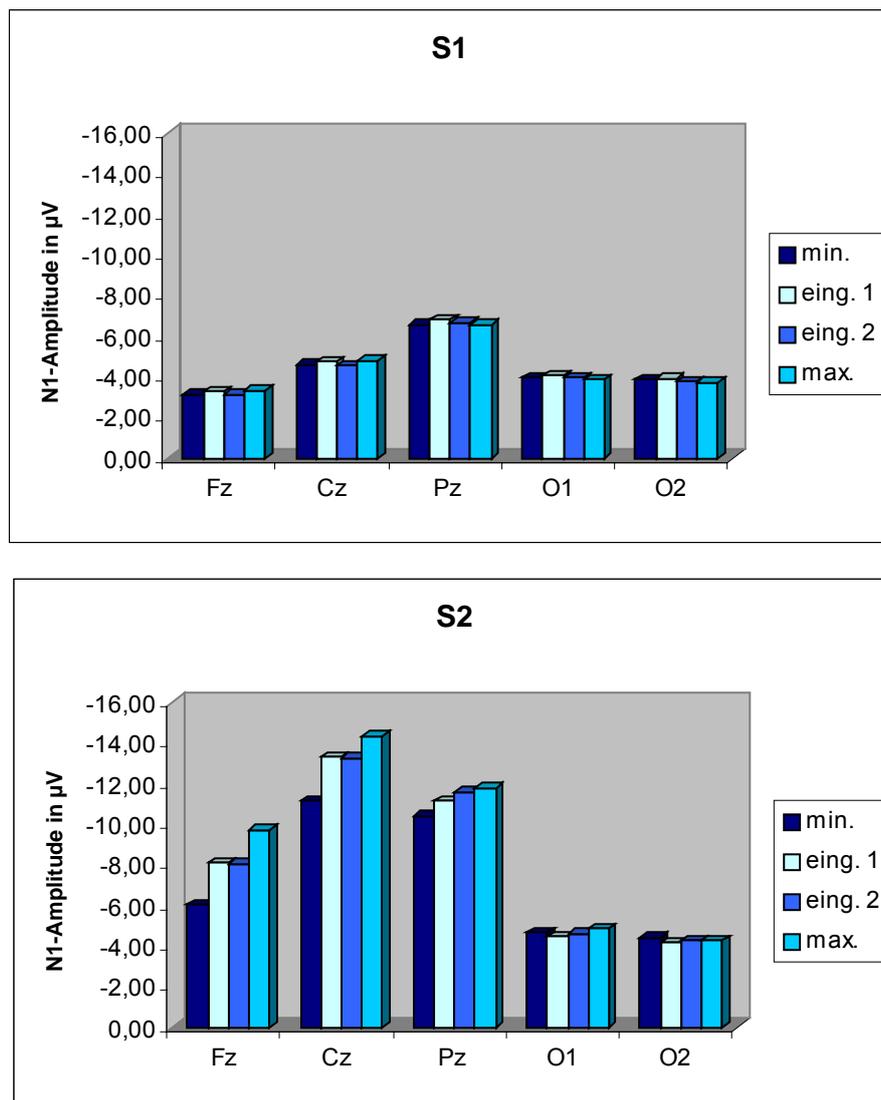


Abbildung 16: N1-Amplitude auf den S1 (oben) und den S2 (unten) für die vier Versuchsbedingungen an den Positionen Fz, Cz, Pz, O1 und O2.

Erkennbar ist eine Kovariation der N1-Amplitude auf den S2 mit dem Grad der Vorabinformation an den Positionen Fz und Cz, schwächer ausgeprägt auch an Pz.

Weiterhin zeigte sich eine signifikante dreifach Interaktion Bedingung x AR x Geschlecht ( $F(4,794/129,451)=2,316$ ;  $p=.05$ ). Die größten Differenzen bestanden hierbei in der Bedingung maximale Information zwischen weiblichen Reducern ( $M=-5,676 \mu V$ ) und männlichen Reducern ( $M=-7,823 \mu V$ ).

Zusätzlich ist eine tendenziell signifikante dreifach Interaktion Stimulus x Position x AR zu berichten ( $F(3,592/96,995)=2,4$ ;  $p=.062$ ). Zur genauen Aufklärung dieser Interaktion wurde getrennt für jeden Stimulus an jeder Position eine einzelne Varianzanalyse mit dem Innersubjektfaktor Versuchsbedingung (vierstufig) und den Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht durchgeführt. Ein Haupteffekt des Faktors A-R ergab sich für den S1 an der Position O2 ( $F(2/54)=4,27$ ;  $p=.019$ ). Paarweise Vergleiche nach Scheffe zeigten einen Unterschied zwischen den Reducern und Moderates ( $p=.021$ ;  $M_{Red.}=-2,6 \mu V$ ;  $M_{Aug.}=-3,54 \mu V$ ;  $M_{Mod.}=-5,34 \mu V$ ). Abbildung 17 zeigt die mittlere N1-Amplitude, getrennt nach Art des Stimulus, Position und Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing, gemittelt über die vier Versuchsbedingungen.

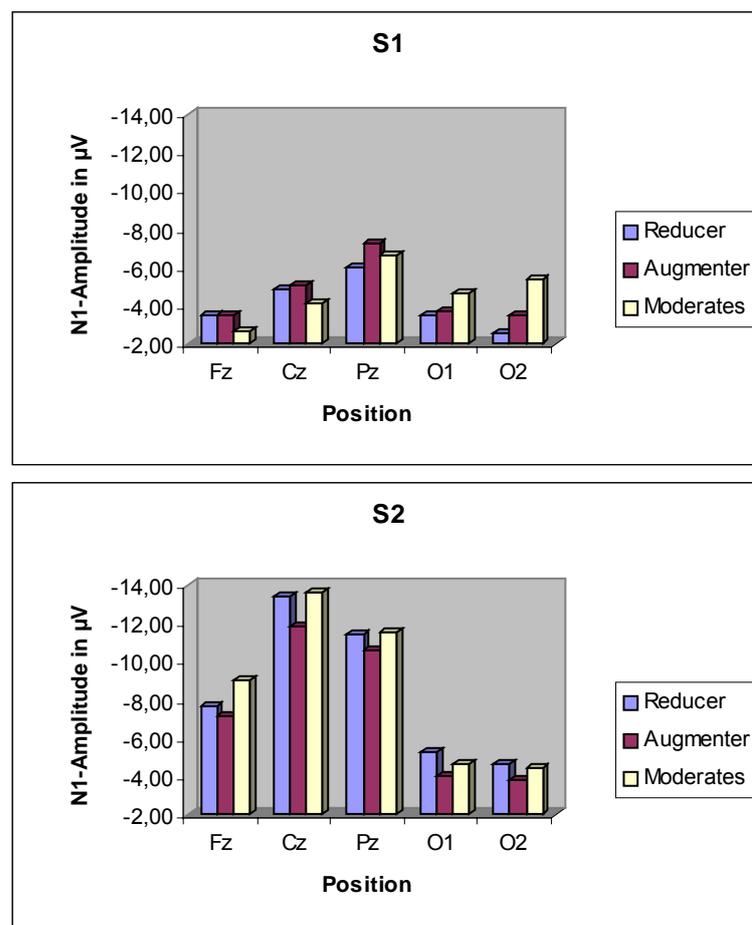


Abb. 17: N1-Amplituden auf den S1 (oben) und den S2 (unten) für Augmenter, Reducer und Moderates, gemittelt über die vier Versuchsbedingungen.

Abschließend sollen die signifikanten Interaktionen Stimulus x Position ( $F(1,796/96,995)=59,894$ ;  $p<.001$ ) und Position x Bedingung ( $F(4,965/268,127)=14,379$ ;  $p<.001$ ) erwähnt werden. Auf eine ausführliche Betrachtung dieser Interaktion wird aus Gründen der Übersichtlichkeit und geringen Nähe zur zentralen Fragestellung der Untersuchung verzichtet.

## 11. Die P3-Komponente des ereigniskorrelierten EEG-Potentials

### 11.1 Latenz

Die Analyse der P3-Latenzzeiten erfolgte mittels einer Messwiederholungsvarianzanalyse mit den beiden Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht und den Innersubjektfaktoren Stimulus (zweistufig: S1, S2), Position (dreistufig: Fz, Cz, Pz) und Bedingung (vierstufig).

Der Faktor Stimulus zeigte einen signifikanten Effekt ( $F(1/54)=30,92$ ;  $p<.001$ ). Die mittleren P3-Latenzen betragen  $M_{S1}=571,51$  ms und  $M_{S2}=460,89$  ms.

Auch konnte ein signifikanter Effekt des Faktors Bedingung ( $F(2,591/139,905)=6,446$ ;  $p=.001$ ) beobachtet werden. Eingeschränkt wurde dieser Haupteffekt allerdings durch die signifikante Interaktion Stimulus x Bedingung ( $F(2,615/141,203)=19,858$ ;  $p<.001$ ). In Abbildung 18 ist erkennbar, dass die P3-Latenzunterschiede zwischen den vier Versuchsbedingungen für den S1 und den S2 genau entgegengesetzt verlaufen und zudem für den S2 größer ausfallen.

Zur Überprüfung dieser Interaktion wurde getrennt für den S1 und S2 jeweils eine vierfaktorielle Varianzanalyse mit den beiden Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht und den Innersubjektfaktoren Position (dreistufig: Fz, Cz, Pz) und Bedingung (vierstufig) berechnet. Für den S1 zeigte sich ein signifikanter Effekt des Faktors Bedingung ( $F(2,635/142,301)=3,76$ ;  $p=.016$ ). Post hoc zeigten sich paarweise Differenzen zwischen den Bedingungen Minimal und Eingeschränkt 1 ( $p=.035$ ) sowie zwischen den Bedingungen Minimal und Maximal ( $p=.036$ ). Für den S2 zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Effekt des Faktors Bedingung ( $F(2,611/141,019)=17,532$ ;  $p<.001$ ). Post hoc zeigten sich, mit Ausnahme des Vergleichs der beiden Bedingungen mit eingeschränkter

Information und der Bedingungen Eingeschränkt 2 und Maximal, signifikante Unterschiede für alle übrigen paarweisen Vergleiche ( $p < .01$ ).

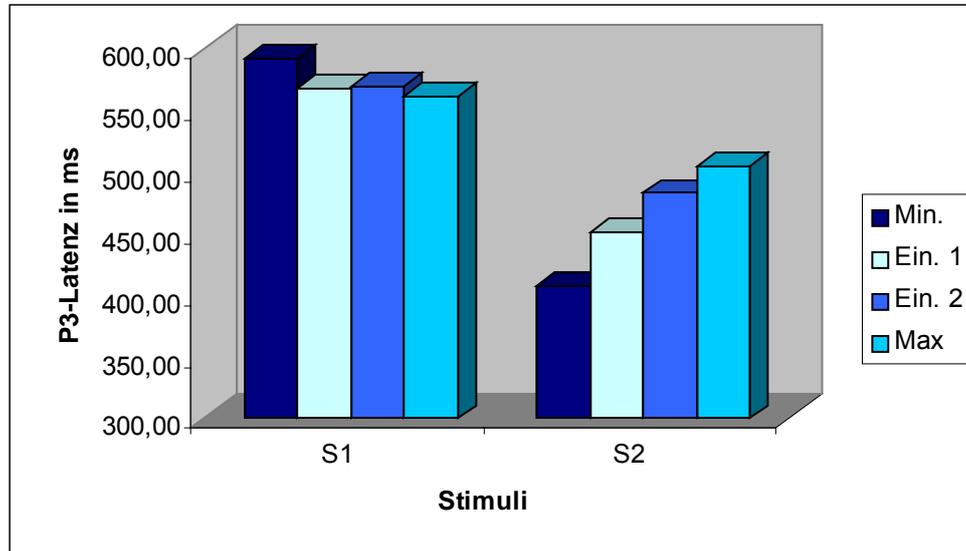


Abbildung 18: P3-Latenzen in ms auf den S1 und S2, getrennt für die vier Versuchsbedingungen, gemittelt über alle Vpn und die drei Positionen Fz, Cz und Pz.

Der signifikante Effekt des Faktors Position ( $F(1,694/91,462)=5,187$ ;  $p=.011$ ) konnte in paarweisen Vergleichen nach Bonferroni auf einen signifikanten Unterschied ( $p=.002$ ) zwischen den Positionen Fz und Cz zurückgeführt werden. Die mittleren Latenzen betragen  $M_{Fz}=498,24$  ms;  $M_{Cz}=527,31$  ms;  $M_{Pz}=523,04$  ms. Weiterhin erwiesen sich folgende Interaktionen als signifikant: Stimulus x Geschlecht ( $F(1,54)= 14,522$ ;  $p<.001$ ), Position x Geschlecht ( $F(1,694/91,462)= 4,064$ ;  $p=.026$ ), Stimulus x Position ( $F(1,695/91,536)=46,801$ ;  $p<.001$ ) und Stimulus x Position x Bedingung ( $F(4,589/247,783)=3,222$ ;  $p=.010$ ), auf deren ausführliche Betrachtung aus Gründen der Übersichtlichkeit und geringen Nähe zur zentralen Fragestellung der Untersuchung verzichtet wird.

Der Faktor A-R zeigte weder einen signifikanten Haupteffekt, noch bestand eine signifikante Interaktion mit den anderen Faktoren.

## 11.2 Amplitude

Die Analyse der P3-Amplituden erfolgte mittels einer Messwiederholungsvarianzanalyse mit den beiden Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht und den Innersubjektfaktoren Stimulus (Zweistufig: S1, S2), Position (dreistufig: Fz, Cz, Pz) und Bedingung (vierstufig).

Für den Faktor Stimulus konnte ein signifikanter Effekt beobachtet werden ( $F(1/54)=64,088$ ;  $p<.001$ ). Die mittleren Amplituden betragen  $M_{S1}=5,692 \mu V$  und  $M_{S2}=-1,484 \mu V$ .<sup>19</sup>

Weiterhin zeigte der Faktor Bedingung einen signifikanten Effekt ( $F(1,977/106,773)=15,571$ ;  $p<.001$ ). Paarweise Vergleiche nach Bonferroni zeigten, dass lediglich zwischen den Bedingungen Eingeschränkt 1 und Eingeschränkt 2 sowie Eingeschränkt 2 und Maximal keine signifikanten Unterschiede bestanden. Die mittleren Amplituden in den vier Versuchsbedingungen betragen:  $M_{\min.}=3,768 \mu V$ ;  $M_{\text{ein.1}}=2,325 \mu V$ ;  $M_{\text{ein.2}}=1,57 \mu V$  und  $M_{\max}=0,753 \mu V$ .

Weiterhin erwiesen sich folgende Interaktionen als signifikant Stimulus x Bedingung ( $F(1,702/91,919)=11,86$ ;  $p<.001$ ), Position x Bedingung ( $F(2,994/161,656)=14,896$ ;  $p<.001$ ) und Stimulus x Position x Bedingung ( $F(2,744/148,164)=6,429$ ;  $p=.001$ ), auf deren ausführliche Betrachtung aus Gründen der Übersichtlichkeit und geringen Nähe zur zentralen Fragestellung der Untersuchung verzichtet wird.

Der Faktor A-R zeigte weder einen signifikanten Effekt, noch bestand eine signifikante Interaktion mit anderen Faktoren.

## 12. Lateralisiertes Bereitschaftspotenzial

Die 10%-Onset Latenzen des R-LRPs wurden mittels einer dreifaktoriellen Varianzanalyse unter Verwendung der Zwischensubjektfaktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht sowie des Zwischensubjektfaktors Versuchsbedingung (vierstufig) ausgewertet. Das R-LRP zeigte bei einer Vp keinen eindeutigen Verlauf,

---

<sup>19</sup> Die geringen bzw. sogar negativen Werte der P3-Amplituden auf den S2 sind zum Teil durch die Tatsache erklärbar, dass die durchgeführte Baseline-Korrektur sich auf einen Zeitraum (ab 100 ms vor, bis zum Erscheinen des S1) mit relativ großem Abstand zu den entsprechenden Amplituden bezog.

woraufhin diese Vp aus der Analyse ausgeschlossen wurde. Dies führte zu der verringerten Stichprobengröße von N=59.

Ein signifikanter Effekt zeigte sich nur für den Faktor Versuchsbedingung ( $F(2,702/143,192)=51,481$ ;  $p<.001$ ). Post-hoc-Vergleiche zeigten, dass lediglich zwischen den beiden Bedingungen mit eingeschränkter Information keine signifikanten Unterschiede bestanden. Alle anderen paarweisen Vergleiche zeigten statistisch bedeutsame Unterschiede ( $p<.001$ ). Die Mittelwerte der vier Versuchsbedingungen betragen:  $M_{\min}=778,77$  ms;  $M_{\text{eing.1}}=746,41$  ms;  $M_{\text{eing.2}}=746,54$  ms;  $M_{\max}=701,35$  ms. Die Abbildung 19 zeigt die Grand Averages der R-LRPs für die vier Versuchsbedingungen.

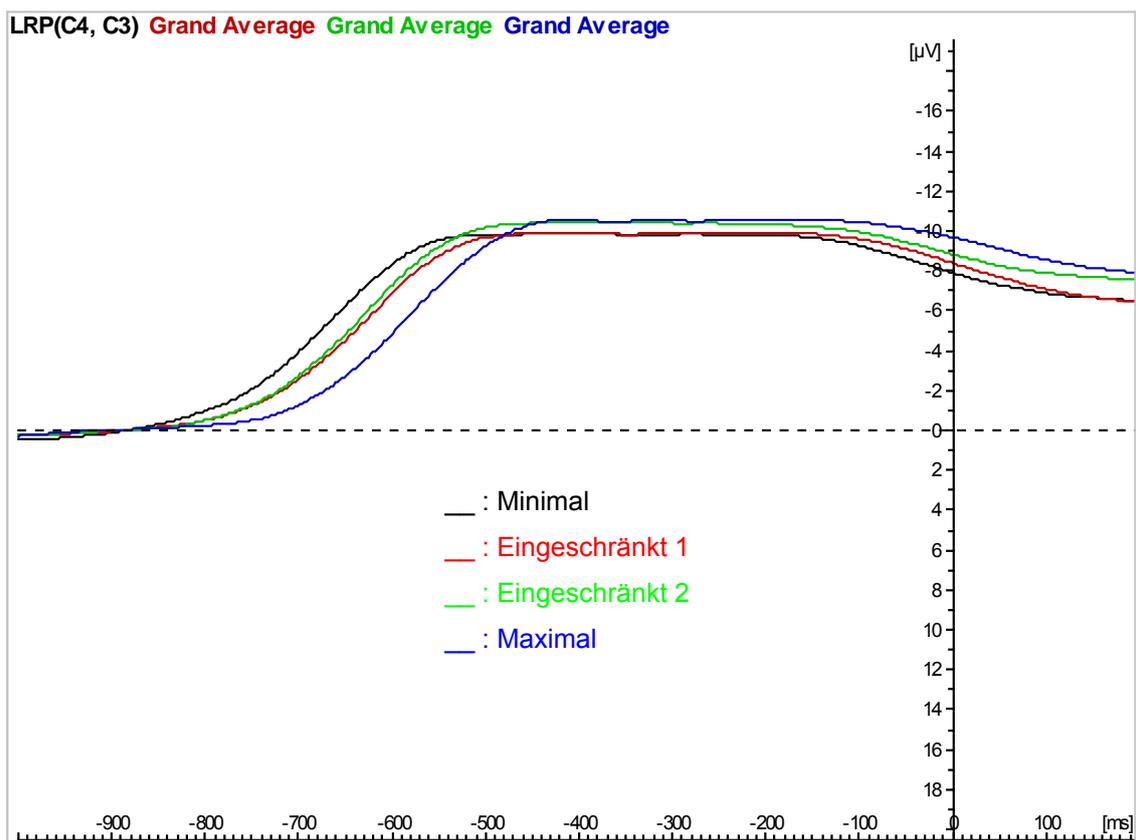


Abbildung 19: Grand Averages des R-LRPs in den vier Versuchsbedingungen für die Gesamtstichprobe. Die Reaktionen erfolgten bei 0 ms.

## IV. Diskussion

### 1. Reaktions-, Entscheidungs- und Bewegungszeiten

#### 1.1 Innersubjekteffekte

Bei der Betrachtung der mittleren Gesamtreaktionszeit in den vier Versuchsbedingungen ließ sich ein Effekt feststellen, der sich mit großer Konsistenz auch in den darauf folgenden Analysen anderer abhängiger Variablen zeigte: Die Informationsgrade des Precue zeigten einen generellen, systematischen Effekt, ohne dass ein differentieller Precue-Effekt zu beobachten gewesen wäre. Mit zunehmendem Informationsgrad des Precue, von minimal über eingeschränkt bis maximal, verkürzten sich die Reaktionszeiten, wobei die beiden Bedingungen mit eingeschränkter Information (Eingeschränkt 1: Spezifikation der Bewegungsrichtung [rechts/links], Eingeschränkt 2: Spezifikation der Bewegungsweite [nah/weit]) sich nicht unterschieden. Die Differenz der mittleren Reaktionszeiten zwischen den Bedingungen Minimal und Maximal betrug dabei ca. 93 ms. Diese Befunde bestätigen einerseits erneut den allgemein anerkannten Effekt verkürzter Wahlreaktionszeiten durch Precue-Informationen und sprechen andererseits für die Validität der in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Versuchsanordnung und Durchführung. Weiterhin werden die Ergebnisse von Goodman und Kelso (1980) bestätigt, die bei einer räumlichen Stimulusanordnung ebenfalls keinen differentiellen Precue-Effekt fanden.

Der Effekt des Faktors Versuchsbedingung auf die Entscheidungszeit ist mit dem Effekt dieses Faktors auf die Gesamtreaktionszeiten vergleichbar: Es zeigte sich eine systematische Verkürzung der Entscheidungszeiten mit zunehmender Precue-Information ohne differentiellen Precue-Effekt. Auch die Höhe des Effektes (ca. 98 ms Differenz zwischen den Bedingungen Minimal und Maximal) ist mit dem Ausmaß des Effektes in der Gesamtreaktionszeit vergleichbar. Der Faktor Versuchsbedingung zeigte weiterhin zwar auch einen Effekt auf die Bewegungszeit, dieser bestand jedoch lediglich aus einer marginalen Differenz von 8,45 ms zwischen den Bedingungen Minimal und Eingeschränkt 2. Unter Abwesenheit einer für den vorliegenden Untersuchungskontext relevant erscheinenden Ursache und aufgrund der geringen Effektstärke wird diesem

Sachverhalt keine Bedeutung beigemessen. Den Erwartungen entsprechend kann der Precuing-Effekt auf die Reaktionszeit somit als durch die Entscheidungszeit vermittelt betrachtet werden.

Die Aufteilung des Gesamtexperiments in vier Segmente von gleicher Zeitdauer (pro Segment jeweils fünf Blöcke a 41 Trials) zeigte die Konstanz der Bewegungszeiten über die komplette Dauer der Versuchsdurchführung. Die Entscheidungszeiten zeigten hingegen im ersten Zeitsegment signifikant längere Latenzen als in den letzten drei Segmenten. Im Verlauf des Experiments scheinen somit nur Übungseffekte auf die Entscheidungszeit wirksam geworden zu sein, während keine Evidenz für Ermüdungseffekte zu beobachten war.

## 1.2 Zwischensubjekteffekte

Die Analyse der Reaktionszeiten konnte eine aus vorherigen Untersuchungen entstandene Erwartung bestätigen: Reducer zeigten schnellere Reaktionszeiten als Augmenter. Die Unterschiede von im Mittel ca. 59 ms waren, obwohl statistisch bedeutsam, dabei jedoch geringer wie innerhalb der in vorherigen Untersuchungen verwendeten weniger komplexen Reaktionszeitaufgaben. Dieser Befund scheint, isoliert betrachtet, die Vermutung Schwerdtfegers (1999) zu bestätigen, Reducer könnten ihrem Drang, Stimulation aus schnellen, kraftvollen Bewegungen zu erhalten, besonders in einfachen Reaktionszeitaufgaben nachgehen, weshalb in solchen die Unterschiede zu Augmentern deutlicher hervortreten.

Ebenfalls zeigten Reducer erwartungsgemäß schnellere Reaktionszeiten als Moderates. Nicht den Erwartungen entsprechend war ein sich andeutender nicht-linearer Zusammenhang zwischen Augmenting-Reducing und den Reaktionszeiten: Die Gruppe der Moderates lag numerisch nicht zwischen den Reducern und Augmentern, sondern mit den längsten Reaktionszeiten im Extrembereich über den Augmentern. Die Differenzen zwischen Augmentern und Moderates (im Mittel ca. 19 ms) zeigten sich dabei in paarweisen Einzelvergleichen als statistisch nicht bedeutsam.

Die Differenzierung der Reaktionszeiten in die Komponenten Entscheidungszeit und Bewegungszeit macht deutlich, dass die längeren Reaktionszeiten im Vergleich zur Gruppe der Reducer bei Augmentern und Moderates auf

unterschiedliche Komponenten zurückzuführen sind. Während die Moderates sich in der Bewegungszeit signifikant von den Reducern unterscheiden, existieren signifikante Differenzen zwischen Augmentern und Reducern in der Entscheidungszeit. Obwohl sich in keinem direkten paarweisen Vergleich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Augmentern und Moderates zeigte, spricht doch bereits an dieser Stelle einiges dagegen, diesen beiden Gruppen ein homogenes Reaktionsverhalten in der hier verwendeten Aufgabe zu unterstellen. Die später in diesem Kapitel diskutierten Ergebnisse bezüglich der elektromyographischen Reaktionen werden diesen Standpunkt weiter untermauern. Die Befunde legen somit den Schluss nahe, dass in der Reaktionszeit zwei distinkte Effekte des Faktors Augmenting-Reducing enthalten sind. Als erstes eine lineare Beziehung zwischen Augmenting-Reducing und der Entscheidungszeit - hier weisen Augmenter die höchsten Mittelwerte auf - und zweitens eine kurvilineare Beziehung zwischen Augmenting-Reducing und der Bewegungszeit, in welcher Moderates die höchsten Mittelwerte zeigen.

Ein Interaktionseffekt der Faktoren Augmenting-Reducing und Versuchsabschnitt, wie von Schwerdtfeger (1999) für Reaktionszeitaufgaben mit zwei Wahlalternativen berichtet, zeigte sich in der vorliegenden Untersuchung weder für die Entscheidungs- noch für die Bewegungszeiten. Die über die Gesamtdauer des Experimentes konstanten Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern entsprechen somit den Befunden von Schwerdtfeger et al. (2004). Ebenfalls lagen keine Interaktionen zwischen den Faktoren Versuchsbedingung, Augmenting-Reducing und Geschlecht für die Bewegungs-, Entscheidungs- und Gesamtreaktionszeiten vor. Die weiteren Analysen der vorliegenden Untersuchung sollten zeigen, dass die Abwesenheit dieser Interaktionseffekte fast ausnahmslos auch auf alle anderen abhängigen Variablen verallgemeinerbar ist. Aus der Unabhängigkeit der Faktoren Versuchsbedingung und Augmenting-Reducing lässt sich schließen, dass im Informationsverarbeitungsprozess von Augmentern, Moderates und Reducern kein unterschiedlicher Gebrauch von durch die Vorabinformation ermöglichten reaktionsvorbereitenden Prozessen gemacht wurde. Der von Strelau (1986) beschriebene Handlungsstil hoch reaktiver Individuen, die charakteristischerweise zu vorbereitenden Handlungen neigen sollen, lässt sich hiernach nicht auf die handlungsvorbereitende Funktion von

Precue-Informationen innerhalb eines Reaktionszeitparadigmas, wie dem in der vorliegenden Untersuchung verwendeten, verallgemeinern.

## 2. Fehler

Die schnelleren Reaktionszeiten der Reducer sollten, wenn diese auf eine Bearbeitungsstrategie zurückzuführen wären, die generell Schnelligkeit vor Genauigkeit bevorzugt, mit einer höheren Fehleranzahl einhergehen. Dies war jedoch in der vorliegenden Untersuchung nicht der Fall. Der Faktor Augmenting-Reducing zeigte auf sämtliche möglichen Fehlerarten keinen Einfluss, weder auf Fehlervariablen, die mit der Genauigkeit der Aufgabenbearbeitung im engeren Sinne in Zusammenhang stehen (Reaktionen auf eine falsche oder keine Zieltaste), noch auf Omission Fehler (Keine Reaktion), interpretierbar als Aufmerksamkeitsindikator oder Zeichen einer starken Reaktionsinhibition, ebenso wenig wie auf die antizipatorischen Fehler und die Commission Fehler (False Alarm), beide als Indikatoren für einen impulsiven bzw. disinhibierten Reaktionsstil interpretierbar.

Schwerdtfeger et al. (2004) beobachteten hingegen mehr Commission Fehler für Reducer und zogen daraufhin ein speed accuracy tradeoff Modell zur Erklärung der Reaktionszeitdifferenzen zwischen Augmentern und Reducern in Betracht. Dieser Ansatz wird durch die Daten der vorliegenden Untersuchung nicht gestützt. Die schnelleren Reaktionszeiten der Reducer in der vorliegenden Untersuchung sind nicht auf Kosten der Genauigkeit der Aufgabenbearbeitung entstanden. Es erscheint naheliegend, für die divergenten Ergebnisse bezüglich der Commission Fehler Unterschiede in den Versuchsanordnungen verantwortlich zu machen. Durch die Darbietung von Precue-Informationen und/oder die Verwendung von mehreren Wahlalternativen (Erhöhung der Aufgabenkomplexität) könnten Reducer in der vorliegenden Untersuchung veranlasst worden sein, weniger impulsiv zu reagieren und dadurch weniger Commission Errors zu begehen.

Weiterhin lässt sich mutmaßen, dass die im vorliegenden Fall verwendete Fehlerrückmeldung bei antizipativen Reaktionen (Reaktionen, mit einer Latenz von weniger als 90 ms nach Erscheinen des IS) einen hemmenden Einfluss auf impulsive Reaktionen in No-Go Trials zeigte. Die Instruktionen der vorliegenden Untersuchung machten explizit darauf aufmerksam, dass eine Reaktion erst dann

erfolgen sollte, wenn der IS erschienen war. Durch die Rückmeldung „Zu früh losgelassen“ bei Reaktionen mit einer Latenz unter 90 ms sollten die Versuchspersonen veranlasst werden, keine antizipativen Strategien, aufbauend auf ein Lernen und Einschätzen der festen zeitlichen Beziehung zwischen S1 und S2, zur Verringerung der Entscheidungszeiten einzusetzen. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass diese Absicht realisiert werden konnte, wozu auch eine ausreichende Anzahl von Übungsdurchgängen beigetragen haben dürfte. Im Vergleich zu diesem Vorgehen schlossen Schwerdtfeger et al. (2004) antizipatorische Reaktionen zwar aus der statistischen Analyse aus, eine Fehlerrückmeldung für die Vpn auf solche Reaktionen erfolgte jedoch nicht. Die, eine Registrierung von Commission-Errors überhaupt erst möglich machende, Verwendung von No-Go Trials beinhaltet zwar in sich bereits eine Sanktionierung antizipatorischer Reaktionen. Jedoch erfolgt diese Sanktion von antizipatorischen Reaktionen über No-Go Trials nicht kontingent. Eine kontingente und sofortige Fehlerrückmeldung stellt im Vergleich dazu sicherlich eine stärker wirksame Sanktion da. Die geringere Verwendung von antizipativen Strategien in der vorliegenden Untersuchung hat allem Anschein nach bei allen Versuchspersonengruppen eine genauere Analyse des IS bewirkt und dadurch Reaktionen in No-Go Trials unterbunden, also generell eine weniger impulsive Reaktionsstrategie bewirkt. Eine solche Art der Aufgabenbearbeitung bewirkt weiterhin nicht nur eine Verminderung der Commission Fehler, sondern eine generelle Fehlerreduktion. Falls es zutreffend sein sollte, dass Reducer durch die speziellen Bedingungen der Aufgabe zu einer Reduktion der Commission Fehler auf das Niveau von Moderates und Augmentern veranlasst werden können, erscheint der aus früheren Untersuchungen erschlossene impulsivere Reaktionsstil der Reducer dadurch eher als eine gewählte Bearbeitungsstrategie denn als ein biologisch verankerter, zeitlich stabiler Trait.

Aus dieser Interpretation ergibt sich folgende Hypothese: Reducer, von Schwerdtfeger und Baltissen (1999) als wettbewerbsorientierter bezeichnet, neigen in Reaktionszeitaufgaben mit nicht variablem zeitlichem Ablauf zu einer antizipatorischen Reaktionsweise, auch wenn diese durch Catch-Trials sanktioniert wird. Diese Strategie wirkt beschleunigend auf die Reaktionszeiten und erhöht gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit für impulsive Reaktionen, die in Form von Commission Fehlern erfassbar sind. Der Effekt auf die Commission

Fehler ist dabei eher von geringem Ausmaß (Die mittlere Anzahl der Commission Errors betrug in der Untersuchung von Schwerdtfeger et al. (2004) bei 30 No-Go-Trials [70 Go-Trials] für die Gruppe der Reducer  $M=2,04$ , für die Gruppe der Augmenter  $M=0,74$ ). Reducer zeigen aber nicht unter allen Umständen mehr Commission Fehler, da sie prinzipiell sehr wohl zu einer adäquaten Reaktionsinhibition sowie zur Verwendung einer nicht-antizipativen Strategie fähig sind, wenn die Aufgabe eine solche durch sehr starke Sanktionen nahe legt, wie beispielsweise in der vorliegenden Untersuchung.

Die Verwendung einer antizipatorischen Aufgabenbearbeitungsstrategie, ohne deren Einfluss auf Reaktionszeiten in Frage stellen zu wollen, ist als alleinige Erklärungsgrundlage für durch das Merkmal Augmenting-Reducing verursachte Reaktionszeitdifferenzen demnach nicht ausreichend. Dafür sprechen, ergänzend zu den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung, in welcher Augmenting-Reducing abhängige Reaktionszeitdifferenzen trotz einer durch Sanktionierung erzielten Unterdrückung antizipatorischer Reaktionen auftraten, auch die Befunde aus Aufgaben mit variablem ISI (Schwerdtfeger & Baltissen, 1999, 2002), bei welchen aufgrund der fehlenden zeitlichen Kopplung keine antizipativen Strategien verwendet werden konnten und dennoch Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern auftraten. Neben den, unter bestimmten aufgabenabhängigen Umständen auftretenden, Unterschieden in der Bearbeitungsstrategie, erscheint also das Vorhandensein von Unterschieden in der zentralen Informationsverarbeitung als mitverursachender, und in der vorliegenden Untersuchung als ausschlaggebender Faktor, der Augmenting-Reducing bedingten Reaktionszeitdifferenzen, als wahrscheinlich. Hinweise auf die daran beteiligte(n) spezielle(n) Stufe(n) der Informationsverarbeitung sollen die in den folgenden Abschnitten diskutierten psychophysiologischen Indikatoren geben.

### **3. Elektromyographische Reaktionen**

Analog zu den Effekten der Versuchsbedingung auf die Entscheidungszeit zeigte sich eine Beschleunigung sowohl des Beginns der elektromyographischen Reaktion ( $EMG_{\text{ONSET}}$ ), als auch der maximalen Auslenkung der elektromyographischen Reaktion ( $EMG_{\text{MAX}}$ ), mit steigendem Grad der Vorabinformation, ohne dass ein differentieller Precue-Effekt vorlag.

Die Effekte des Faktors Augmenting-Reducing auf die Variable  $EMG_{ONSET}$  sind ebenfalls mit den Effekten dieses Faktors auf die Entscheidungszeiten vergleichbar: Reducer unterschieden sich signifikant von Augmentern, die Gruppe der Moderates lag numerisch zwischen den Augmentern und Reducern, ohne sich statistisch bedeutsam von den beiden vorherigen zu unterscheiden. Da das EMG nicht starten kann, bevor die Entscheidung getroffen wurde, welcher Muskel kontrahiert werden soll, somit die Latenz der Variable  $EMG_{ONSET}$  als ein Korrelat der Zeit der zentralen motorischen Programmierung angesehen wird (Rösler et al., 1991), könnten die Differenzen zwischen Augmentern und Reducern im  $EMG_{ONSET}$  durch Unterschiede in der zentralen motorischen Programmierung hervorgerufen werden. Prinzipiell könnten jedoch ebenso Unterschiede in den Verarbeitungsstufen vor der motorischen Antwortprogrammierung bestehen, die in ihrer Folge bereits einen früheren Beginn der Antwortprogrammierung bei Reducern bedingen könnten. In diesem Fall wäre mit einer Beeinflussung in einer der nachfolgend diskutierten Variablen mit Indikatorfunktion für die zentralen Verarbeitungsprozesse vor der Antwortprogrammierung zu rechnen.

Die Differenz zwischen Reducern und Augmentern im  $EMG_{ONSET}$  war mit ca. 80 ms deutlich größer als die Differenz der beiden Gruppen in der Entscheidungszeit von ca. 32 ms. Augmenter zeigten demnach deutlich schneller nach dem Einsetzen der Muskelinnervation eine beobachtbare Reaktion. Entsprechend betragen die Differenzen der Gruppenmittelwerte zwischen dem  $EMG_{ONSET}$  und der Entscheidungszeit für Reducer 73,44 ms, für Augmenter 14,71 ms und für Moderates 37,99 ms. Wie lässt sich diese sehr früh einsetzende EMG-Aktivität verbunden mit einer weniger ausgeprägtem kürzeren Latenz der beobachtbaren Reaktion innerhalb der Gruppe der Reducer erklären? Dem Reaktionsverlauf der Reducer könnte eine prophylaktische, vorbereitende Innervation der Muskulatur zugrunde liegen. Innerhalb eines zumindest teilweise parallelen Verarbeitungsprozess würde demnach, noch vor dem Abschluss der Verarbeitung des Reaktionssignals und der endgültigen Antwortprogrammierung eine Erhöhung des Muskeltonus einsetzen, ohne eine beobachtbare Reaktion zur Folge zu haben. Diese gesteigerte Grundaktivität der Muskulatur würde dann, nach Abschluss der Antwortprogrammierung zur einer verkürzten Latenz der offenen Reaktion führen. Diese Art der reaktionsvorbereitenden Innervation der Muskulatur ist jedoch nicht im Sinne einer antizipativen Reaktionsstrategie wie im

vorangegangenen Abschnitt diskutiert zu verstehen, da trotz erhöhten Muskeltonus Reaktionen in No-Go Durchgängen noch zurückgehalten werden können.

Die Differenzen zwischen den Stufen des Faktors Augmenting-Reducing im Zeitpunkt der maximalen EMG-Auslenkung spiegeln, im Gegensatz zum  $EMG_{ONSET}$ , die Differenzen in der Motorzeit wider: Reducer zeigten signifikant kürzere Latenzen als Moderates, die Gruppe der Augmenter liegt numerisch zwischen den Moderates und Reducern, ohne sich statistisch bedeutsam von den beiden erst genannten zu unterscheiden. Nach Rösler et al. (1991) kennzeichnet die Variable  $EMG_{MAX}$  die Zeit, welche für die erste Phase der Ausführung des motorischen Programms benötigt wird. Somit sprechen die Analysen von Bewegungszeit und  $EMG_{MAX}$  konform für eine Verlangsamung der Bewegungsausführung der Moderates innerhalb der in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Aufgabe.

Keine bedeutsamen Unterschiede, weder in Abhängigkeit von der Versuchsbedingung noch von Augmenting-Reducing, zeigten sich in der Amplitudenhöhe der gemittelten EMG-Reaktionen. Hier weichen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung von den Ergebnissen bei Schwerdtfeger et al. (2004) ab. Eine höhere EMG-Amplitude, als Indikator einer kraftvolleren Bewegung, wurde als ein zentrales Argument bei der Erklärung von Reaktionszeitunterschieden durch eine Stimulationssuche der Reducer in motorischer Aktivität verwendet. Zurückführbar könnten die unterschiedlichen Ergebnisse der vorliegenden und der Studie von Schwerdtfeger et al. (2004) auf die unterschiedliche Aufgabenkomplexität, und somit auf den Aufgaben-inhärenten Stimulationsgehalt, sein. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendete Aufgabe könnte durch ihren hohen Komplexitätsgrad so anspruchsvoll gewesen sein, dass allein die Befolgung der experimentellen Anweisungen genügend Stimulation für alle Versuchspersonen erzeugte, so dass für Reducer keine Motivation bestand, auf alternative Stimulationsarten zurückzugreifen. Diese Interpretation impliziert auch, dass die Effekte auf die Reaktionszeiten und EMG-Latenzen innerhalb der vorliegenden Untersuchung nicht durch eine Stimulationssuche der Reducer in motorischer Aktivität bedingt sind. Ähnlich der Argumentation bezüglich der Verwendung antizipatorischer Strategien, soll nicht in Frage gestellt werden, dass innerhalb anderer Versuchsanordnungen die

Stimulationssuche in motorischer Aktivität zu Reaktionszeitdifferenzen zwischen Augmentern und Reducern beigetragen haben könnte. Im vorliegenden Fall erscheint dies jedoch eher unwahrscheinlich, und dennoch existieren Reaktionszeitdifferenzen, die somit einer alternativen Erklärung bedürfen.

## 4. Ereigniskorrelierte EEG-Potenziale

### 4.1 N1-Komponente

Für die N1-Latenz zeigten sich Effekte der Position und des Stimulus, die zwar aufgrund des großen Stichprobenumfangs signifikant wurden, jedoch nur geringe Effektstärken besaßen und inhaltlich nicht relevant für den Gegenstand der vorliegenden Arbeit erscheinen.

Effekte des Faktors Augmenting-Reducing - wenn auch von sehr begrenztem Ausmaß - zeigten sich in den N1-Latenzzeiten über den spezifischen sensorischen Arealen, dem primären visuellem Kortex im okzipitalen Bereich (Positionen O1 und O2). Im durch den S1 evozierten Potenzial zeigten Reducer an der Position O2 signifikant kürzere N1-Latenzen im Vergleich zu Moderates. Die Differenz betrug hierbei ca. 10 ms. Auf den S2 an der Position O1 waren die Unterschiede zwischen Reducern und Moderates mit einer Differenz von ca. 6 ms tendenziell signifikant. Diese Ergebnisse könnten Anlass geben, in folgenden Untersuchungen den Einfluss von Augmenting-Reducing auf den zeitlichen Verlauf der sensorischen Kodierung genauer zu untersuchen. Im Kontext der vorliegenden Untersuchung sollten diese Befunde aufgrund der sehr begrenzten Effektstärke zurückhaltend interpretiert werden. Es erscheint unwahrscheinlich, dass die Differenz der N1-Latenz auf den Precue von 10 ms, sowie die nur tendenziell signifikante Differenz von 6 ms auf den IS in einem Zusammenhang mit den Differenzen in der Bewegungszeit zwischen Reducern und Moderates steht.

Für die N1-Amplitude zeigte sich ein Effekt des Faktors Stimulus. Die durch den imperativen Reiz erzeugten, im Vergleich zum Precue deutlich ausgeprägteren Amplituden, sprechen dafür, dass ersterer erwartungsgemäß, aufgrund der größeren Relevanz, mit mehr Aufmerksamkeit belegt worden ist.

Weiterhin ist eine systematische Variation der N1-Amplitude auf den imperativen Reiz mit dem Grad der Vorabinformation an den Positionen Fz und Cz zu beobachten. Mit steigender Vorabinformation steigt auch die N1-Amplitude auf den imperativen Reiz. Die Interaktion der Faktoren Geschlecht, Augmenting-Reducing und Versuchsbedingung macht einen sehr selektiven Effekt auf die N1-Amplitude deutlich: Weibliche Reducer zeigten in der Bedingung maximale Information geringere Amplituden als männliche Reducer. Ein Haupteffekt des Faktors Augmenting-Reducing zeigte sich für die N1-Amplitude des durch den Precue evozierten Potenzials an der Position O2. Reducer zeigten hier die geringsten Amplituden, Moderates die höchsten.

Zusammenfassend lassen sich die Effekte des Faktors Augmenting-Reducing auf die N1-Latenz und Amplitude als wenig konsistent und nur gering aussagekräftig für die zentrale Fragestellung der vorliegenden Untersuchung bewerten. Die Latenzunterschiede erscheinen durch ihr geringes Ausmaß als wenig relevant. Gemäß den Vorhersagen der SIM zeigen Reducer zwar eine reduzierte Amplitudenhöhe, darüber hinaus sollte sich jedoch der Zusammenhang zwischen Augmenting-Reducing und der Amplitudenhöhe als linear zeigen, d. h. Augmenter sollten die höchsten Amplituden zeigen und nicht, wie im vorliegenden Fall, die Moderates. Weiterhin besteht ein Widerspruch zu den Ergebnissen von Schwerdtfeger et al. (2004). Hier wurde innerhalb einer Reaktionszeitaufgabe eine signifikant höhere N1-Amplitude der Reducer beobachtet. Die Bedeutung der N1-Komponente innerhalb der Untersuchung von Reaktionszeitunterschieden in Abhängigkeit von Augmenting-Reducing ist somit äußerst uneindeutig. Es erscheint deshalb angebracht, die N1-Komponente in folgenden Untersuchungen einer genaueren Analyse zu unterziehen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnte jedoch keine überzeugende Evidenz dafür erbracht werden, dass in der N1 Effekte manifest sind, die an der Entstehung der Reaktionszeitdifferenzen zwischen Reducern, Moderates und Augmentern beteiligt sein könnten.

## 4.2 P3-Komponente

Bei durch den imperativen Reiz evozierten Potenzialen erwiesen sich die Latenzen der P3-Komponente als deutlich geringer (über 100 ms) im Vergleich zu

den durch den Precue evozierten Potenzialen. Das lange ISI von 1500 ms zwischen S1 und S2 erlaubte eine genaue, zeitkonsumierende Verarbeitung und Evaluation des S1. Hingegen musste die Verarbeitung des S2 dann schnellstmöglich erfolgen.

Von allgemeiner Bedeutsamkeit erscheint hier weiterhin die Interaktion der Faktoren Stimulus und Bedingung. Während die P3-Latenz auf den Precue bei minimalem Informationsgrad am längsten war, erwies sich die P3-Latenz auf den imperativen Reiz während der Bedingung maximale Vorabinformation am längsten. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stehen an dieser Stelle im Widerspruch zu den Ergebnissen der Untersuchung von Leuthold, Sommer und Ulrich (1996), die bei der Verwendung einer vergleichbaren experimentellen Anordnung keine Effekte der Vorabinformation auf die P3-Latenz feststellen konnten.

Die zum wiederholten Male beobachtete Unabhängigkeit der P3-Latenz und Amplitude vom Faktor Augmenting-Reducing legt nahe, dass Augmenter, Reducer und Moderates sich nicht in der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit sowie in der Zuweisung von kognitiven Verarbeitungsressourcen voneinander unterscheiden.

### **4.3 Lateralisiertes Bereitschaftspotenzial**

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Leuthold, Sommer und Ulrich (1996) zeigte sich eine Verkürzung der R-LRP-Latenz mit steigender Vorabinformation, ohne dass ein differentieller Precue-Effekt auftrat. Ein Effekt des Faktors Augmenting-Reducing auf die Latenz des R-LRPs zeigte sich hingegen nicht. Legt man ein sequentielles Modell der Informationsverarbeitung zugrunde, so scheinen bis zu dem Punkt innerhalb der Informationsverarbeitung, der durch das R-LRP charakterisiert wird (die zentrale handspezifische Aktivierung), keine Unterschiede zwischen Augmentern, Reducern und Moderates während der Bearbeitung der vorliegenden Aufgabe zu existieren.

## 5. Gesamtbetrachtung

Die in der vorliegenden Untersuchung beobachteten beschleunigten Reaktionszeiten der Reducer waren nicht, wie in der Untersuchung von Schwerdtfeger et al. (2004), mit mehr Commission Fehlern verbunden. Dies wurde auf die komplexere Aufgabenart und/oder auf die sofortige Fehlerrückmeldung bei antizipativen Reaktionen zurückgeführt. Vermutet wurde, dass Reducer im Allgemeinen zu antizipativen Strategien der Aufgabenbearbeitung neigen, um schnellere Reaktionszeiten zu erzielen. Werden antizipative Reaktionen jedoch stark sanktioniert, sind Reducer in der Lage die Aufgabenbearbeitung alternativ in einer weniger antizipativen Art durchzuführen. Dies führt zu einer vergleichbaren Häufigkeit der Fehleranzahl von Reducern, Augmentern und Moderates. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sprechen somit dafür, dass Reducer kein generell impulsives Reaktionsverhalten, im Sinne einer biologisch verankerten mangelnden Fähigkeit zur Reaktionsinhibition, aufweisen. Bereits in der Untersuchung von Schwerdtfeger et al. (2004) zeigten Reducer nicht generell mehr Fehler, sondern nur spezifisch mehr Commission Fehler. Gemeinsam mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung betrachtet, spricht die Befundlage gegen ein speed accuracy tradeoff Model zur Erklärung der Reaktionszeitunterschiede zwischen Reducern und Augmentern. Reducer wendeten in der vorliegenden Untersuchung keine Aufgabenbearbeitungsstrategie an, die Schnelligkeit vor Genauigkeit bevorzugt. Weiterhin erscheint es unwahrscheinlich, dass eine Stimulationssuche in motorischer Aktivität die Grundlage für die schnelleren Reaktionszeiten der Reducer in der vorliegenden Untersuchung darstellt. Die beobachtete beschleunigte Reaktionszeit der Reducer verlangt demnach nach einem alternativen Erklärungsansatz, welcher auf Inferenzen aus den chronopsychophysiologischen Indikatoren aufbaut.

In keinem der untersuchten EKP-Maße (N1, P3, R-LRP) konnten Latenzunterschiede in Abhängigkeit von Augmenting-Reducing festgestellt werden. Mit Bezug auf die P3 und N1 decken sich die Ergebnisse mit den Befunden von Schwerdtfeger (1999) und Schwerdtfeger et al. (2004). Diese Befunde legen nahe, dass Augmenting-Reducing-bedingte Reaktionszeitunterschiede nicht auf Differenzen in der sensorischen Codierung oder der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit zurückzuführen sind. Legt man

ein sequentielles Verarbeitungsmodell zugrunde, scheinen bis zum Zeitpunkt, an dem die Entscheidung für die handspezifische Aktivierung auf zentraler Ebene getroffen wird (indiziert durch das R-LRP), keine Unterschiede in der Informationsverarbeitung von Augmentern, Reducern und Moderates zu bestehen. Erst der Beginn der peripheren Innervation (indiziert durch die Latenz des  $EMG_{ONSET}$ ) setzt bei Reducern früher ein als bei Augmentern. Demnach sollte ein Zusammenhang zwischen der Antwortprogrammierung sowie der motorischen Ausführung und Regulation und der SIM-Ausprägung bestehen. Die in der vorliegenden Untersuchung festgestellten Unterschiede zwischen Reducern und Augmentern einerseits und Reducern und Moderates andererseits scheinen dabei zwei distinkte Phänomene zu reflektieren.

Die Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern könnten in der zeitlichen Charakteristik der Antwortprogrammierung, verstanden als die Übermittlung des zentralen Reaktionsprogramms an die Effektoren (die neuronale Übertragung der Efferenzen) sowie in der Reaktion der Effektoren (der Exzitation der Muskelfasern) bestehen. Es ließe sich spekulieren, dass die charakteristische Dämpfung der Reducer nicht nur auf sensorische Afferenzen begrenzt ist, sondern auch die in sensomotorischen Gebieten generierten Efferenzen auf dem Weg zu den Effektoren gedämpft werden. Ein solcher Mechanismus wäre beispielweise vorstellbar durch die generelle Charakteristik der Informationsübertragung der Neurone des ZNS. Da diese Dämpfung biologisch bedingt ist, könnte im Verlauf der Ontogenese eine Adaptation der Effektoren daran einsetzen, und schließlich eine geringere Auslöseschwelle bei Reducern erzeugen, die eine schnellere Ansprechbarkeit der Effektoren und somit schnellere Reaktionszeiten bewirkt. Zwischen dieser Erklärung und dem Konzept Geared to react, welches eine exzitatorischere Motorik für Extravertierte postuliert, besteht große Ähnlichkeit. Im vorliegenden Fall konnten jedoch Augmenting-Reducing-spezifische Verursachungsfaktoren angegeben werden.

Eine alternative Interpretation, nahegelegt durch die deutlich längere Zeitspanne zwischen  $EMG_{ONSET}$  und beobachtbarer Reaktion bei Reducern wäre ebenfalls denkbar. Hiernach könnten Reducer eine in paralleler Verarbeitung durchgeführte, reaktionsvorbereitende Erhöhung des Muskeltonus nutzen, bevor die Antwortprogrammierung abgeschlossen ist und eine Reaktion erfolgen soll. Bevor feststeht, ob und wie reagiert werden soll, führen Reducer eine prophylaktische

Vorbereitung der Muskulatur durch, die dann bei abgeschlossener Antwortprogrammierung die Reaktion durch ein schnelleres Überschreiten der Auslöseschwelle beschleunigt.

Als weiterer, distinkter Effekt konnte in der vorliegenden Untersuchung eine Verlangsamung der Zielbewegungsausführung der Moderates, manifestiert in der Bewegungszeit und dem Zeitpunkt der maximalen EMG-Auslenkung, beobachtet werden. Ein Zusammenhang zu den zentralen Aussagen des Konstruktes Augmenting-Reducing kann, auf dem Kenntnisstand des Autors der vorliegenden Arbeit, hierfür nicht ausgemacht werden. Versucht man, für die verlangsamten Bewegungszeiten motivationale Gründe verantwortlich zu machen, lässt sich schwer begründen, warum sich dieser Effekt dann nicht auch in der Entscheidungszeit manifestierte. Weiterhin würde eine geringere Motivation bzw. eine damit einhergehende geringere Aufmerksamkeit verminderte N1-Amplituden erwarten lassen. Das Gegenteil war jedoch der Fall: Moderates zeigten auf den Precue an O2 die höchsten N1-Amplituden aller drei Faktorstufen des Merkmals Augmenting-Reducing.

Vergleichbare Befunde, eine kurvilineare Beziehung zwischen Extraversion und der Bewegungszeit, wurden von Wickett und Vernon (2000) vorgelegt. Ambivertierte zeigten in dieser Untersuchung, wie die Moderates der vorliegenden Untersuchung, die langsamsten Bewegungszeiten. Wickett und Vernon (2000, p. 213) kommentieren ihren Befund mit den Worten „The curvilinear relation between MT and extraversion is apparently unprecedented“. Diesen Autoren zufolge würde eine Interpretation dieses Befundes letztlich mehr Fragen aufwerfen, als diese Antworten geben könnte, bevor nicht eine Replikation erfolgte. Unter der Voraussetzung einer Replizierbarkeit, muss die Klärung der Bedeutung dieses Effektes in Bezug auf Augmenting-Reducing nachfolgenden Studien überlassen werden. Als erster Ansatzpunkt würde sich, zur Frage der Motivationsbedingtheit der Differenzen, eine Variation der Instruktionen anbieten, wobei in einer Bedingung explizit dazu aufgefordert werden sollte, die Bewegung von Ausgangstaste zu Zieltaste so schnell wie möglich auszuführen.

Summarisch betrachtet, erscheint das Verhalten von Augmentern, Reducern und Moderates in Reaktionszeitaufgaben multifaktoriell determiniert. Je nach Aufgabenart erscheinen andere Einflussfaktoren wirksam werden zu können. In einigen Aufgabenarten könnte ein additiver Effekt unterschiedlicher Faktoren

---

(Stimulationssuche in motorischer Aktivität, antizipative Reaktionsstrategie, Prozesse der Antwortprogrammierung, Exzitationsfähigkeit der Motorik) auftreten. Dies könnte erklären, warum die Differenz in den Reaktionszeiten zwischen Augmentern und Reducern in der vorliegenden Untersuchung nur etwa halb so groß ist wie in anderen Studien. Dieser Sachverhalt erschwert die eindeutige Identifikation der zugrundeliegenden Prozesse. Das Paradigma der vorliegenden Untersuchung scheint einige der diskutierten Effekte auf die Reaktionszeit auszuschalten, z. B. antizipative Bearbeitungsstrategien sowie alternative Stimulationssuche, so dass evtl. die Augmenting-Reducing-abhängigen biologisch determinierten Differenzen in unvermischter Form zu Tage treten.

## **Kapitel 3: SIM und Emotionsinduktion**

### **I. Theorie**

#### **1. Einleitung**

Beginnend schon bei den ersten Aktivierungstheorien (Cannon, 1929; Lindsley, 1951) ist zu beobachten, dass diese häufig gleichzeitig auch Emotionstheorien sind. Einerseits hat Aktivierung nicht selten eine emotionale Komponente (beispielsweise werden von Routtenberg (1968), in der von ihm als Arousalssystem II bezeichneten Funktionseinheit, limbische Strukturen für die Reaktionskontrolle bei anreizbezogenen Auslösereizen verantwortlich gemacht), andererseits besitzen Emotionen neben ihrer Valenz auch immer einen Intensitätsaspekt (von einigen Autoren auch direkt als Arousal-Dimension bezeichnet). Emotionen gehen mit Änderungen, in den häufigsten Fällen mit einer Steigerung, der Aktivierung einher. Von der konzeptionell engen Verknüpfung von Aktivierung und Emotionen liegt es nicht mehr fern über den Zusammenhang von Arousal-basierten Persönlichkeitsdimensionen und emotionaler Verarbeitung zu spekulieren. Ein solcher Zusammenhang wurde z.B. mit Bezug auf das Persönlichkeitsmerkmal Extraversion in einer fMRI Untersuchung von Canli et al. (2001) gefunden. Extraversion korrelierte hier mit einer Aktivitätssteigerung auf positive Bilder in multiplen, eng umschreibbaren Hirnregionen. Bates (1993) zufolge sind zwei wesentliche Aspekte des Temperaments die Sensitivität für Umweltreize und die (habituelle) Emotionsintensität. Der Zusammenhang eben dieser beiden Aspekte, Sensitivität für Umweltreize, manifestiert im Merkmal Augmenting-Reducing und die Emotionsintensität als Reaktion auf unterschiedliche Reize, erfasst auf mehreren Messebenen, ist der Gegenstand der im Folgenden dargestellten Untersuchung.

#### **2. SIM und emotionale Reaktivität - Überblick**

Die Erforschung der SIM hat sich primär auf die Verwendung sehr niedrig-komplexer sensorischer Reize (Lichtblitze, Töne, Schmerzreize) als Stimulationsquelle konzentriert. Emotionale Reize, die in der Regel komplexer

sind, können jedoch ebenso als Quelle von Stimulation verstanden werden (Larsen & Zarate, 1991). Folgt man dieser Verständnisweise, ergibt sich zwangsläufig die Frage: Unterliegt auch emotionale Stimulation einer Intensitäts-Modulation? Larsen und Zarate (1991) konnten nach Bestimmung der SIM-Ausprägung über den G2 (Herzog, Williams & Weintraub, 1985) beobachten, dass Reducer häufiger angaben, im Alltag intensive Emotionen zu erleben, sich häufiger gezielt in Situationen begeben, die intensive Emotionen auslösen und in einer Experimental-Situation einer Induktion negativer Emotionen den Vorrang vor einer Fragebogenbearbeitung gaben. Augmenter und Reducer könnten demnach differentiellen Gebrauch von ihren Emotionen zur Modulation ihres Stimulationsniveaus machen. Die breit akzeptierte Schlussfolgerung, dass Reducer aufgrund ihres chronisch untererregten Zustandes stärkere oder intensivere Formen von Stimulation bevorzugen, kann also verbunden werden mit der gezielten Suche nach emotionsauslösenden Situationen, welche dann instrumentalisiert zur Steigerung des Arousal-Niveaus eingesetzt werden<sup>20</sup>.

Die unter diesem Gesichtspunkt thematisierten Differenzen zwischen Augmentern und Reducern befinden sich primär auf der Einstellungs- und Verhaltensebene (Bevorzugung und Aufsuchen emotionsauslösender Situationen). Dieser Aspekt wird jedoch in der empirischen Erhebung der vorliegenden Arbeit unberücksichtigt bleiben. Statt bei den Verhaltensunterschieden, wird der Ansatzpunkt bereits in der vorgeschalteten und verursachenden Verarbeitung bzw. Modulation komplexer emotionaler Stimuli und den daraus entstehenden Auswirkungen auf das subjektive Empfinden und die psychophysiologische Reaktivität gewählt.

Der Zusammenhang des Augmenting-Reducing-Konstruktes zum emotionalen Erleben wurde von Alan Vando mit den Worten charakterisiert: „If the reducer shows up in the consulting office it is likely that his distress would be centered about being cut off from his feelings, which is probably an accurate description of how he handles emotional input ... “ (Vando, 1969, p. 47). “If the augmenter shows up in our consulting office, we would expect him to tend toward obsessive-compulsive disorders, to be defending himself against being overwhelmed by his

---

<sup>20</sup> Die hier zum Ausdruck kommende Sichtweise des Individuums als aktiv Handelnder, der seine Umwelt, im Kontext des emotionalen Erlebens effektiv selbst konstruiert wird beispielweise von Bates (1993) vertreten. Eine solche Art der Selbstregulation kann sowohl durch nicht-reflektive motivationale Abläufe und Aufmerksamkeitsprozesse (Patterson & Newman, 1992; Rothbart & Bates, 1998), als auch durch bewusste Entscheidungen entstehen (Maslow, 1968).

feelings, and/or to exhibit phobias" (Vando, 1969, p. 49). Nach dieser Sichtweise sollten Reducer in der gleichen Weise, wie sie einfache sensorische Afferenzen abschwächen, auch emotionale Reize intensiver wahrnehmen und Emotionen als weniger intensiv empfinden. Dem gegenüber sollten Augmenter, analog zur Verstärkung sensorischer Reize auch emotionale Reize intensiver wahrnehmen. Trotz dieser schon in den Entstehungsanfängen des Konstruktes Augmenting-Reducing vorgenommenen Generalisierung der SIM auf den Bereich emotionaler Stimuli und emotionalen Erlebens hat es, bis zur Untersuchung von Schwerdtfeger im Jahre 2003, keine Bemühungen gegeben, diese Hypothese einer direkten empirischen Testung zu unterziehen.

Auf eine weitere Verbindung der SIM zum emotionalen Erleben, diesmal dem Erleben im pathologischen Bereich, ist ebenfalls schon in den Anfangsjahren der Untersuchungen zur Augmenting-Reducing Tendenz im EKP abgezielt worden. Buchsbaum, Goodwin, Murphy und Borge (1971) zeigten erstmalig, dass beim Vorliegen einer bipolaren Störung vermehrt Augmenting-Verläufe auftraten, während bei unipolaren Störungen vermehrt Reducing-Verläufe beobachtet werden konnten. Dieser Zusammenhang konnte beispielsweise von Brocke, Beauducel, John, Debener und Heilemann (2000) repliziert werden, in deren Studie zusätzlich die sensible Rolle des Medikamentenstatus der Patienten offenkundig wird. Die Verbindung zwischen der Intensitätsabhängigkeit des EKP und affektiven Störungen wird in der zentralen serotonergen Neurotransmission vermutet (Hegerl & Juckel, 1993; 1994; Hegerl, Gallinat & Mrowinski, 1995; Juckel, Csepe, Molnar, Hegerl & Karmos, 1996; Juckel, Molnar, Hegerl, Csepe & Karmos, 1997; Juckel, Hegerl, Molnar, Csepe & Karmos, 1999; Tuchtenhagen et al., 2000).

Wie erwähnt, wurde die subjektive und psychophysiologische Reaktivität auf emotionshaltige Stimuli in Bezug zur SIM erstmalig von Schwerdtfeger (2003) untersucht. Aufbauend auf früheren Ergebnissen, die eine erhöhte subjektive und psychophysiologische Reaktivität der Augmenter auf weißes Rauschen nachwies (Schwerdtfeger & Baltissen, 1999, 2002), wurden gleichartige Differenzen in der Reaktivität auf emotionale Reize erwartet. Verwendet wurden Bilder aus dem International Affective Picture System (IAPS; Lang, Bradley & Cuthbert, 1995) die in negative, positive und neutrale eingeteilt wurden. Erfasst wurde die elektrodermale und kardiovaskuläre Aktivität sowie eine dimensionale

Skala der subjektiven Emotionskomponente. Die Klassifikation der SIM-Ausprägung erfolgte über die RAS. Im Vergleich zu Reducern zeigten Augmenter sowohl auf affektive als auch auf neutrale Bilder generell eine tiefere Herzratendeezeleration. In der elektrodermalen Aktivität zeigten sich keine Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern, ebenso wenig in den Ratings der eigenen subjektiv wahrgenommenen Emotion auf der Valenz- und Arousal-Dimension. Sensorische Stimuli mit emotionalem Inhalt riefen also bei Augmentern und Reducern identische, wenn auch begrenzte, psychophysiologische Reaktivitätsunterschiede, wie sensorische Stimuli mit nicht-emotionalem Inhalt hervor. Damit bleibt unklar, ob die Reaktivitätsunterschiede bei emotionshaltigen Stimuli durch deren sensorischen Charakter oder durch den emotionalen Inhalt verursacht wurden. Für eine eindeutige Überprüfung dieses Sachverhaltes wäre ein Vergleich unterschiedlicher Emotionsinduktionsmethoden notwendig, von denen die eine Methode mit und die andere ohne sensorische Stimuli arbeitet. Da die Untersuchung Schwerdtfegers keine eindeutigen Belege für eine unterschiedliche emotionale Reaktivität von Augmentern und Reducern erbringen konnte, wurden die Befunde im Sinne einer allgemein erhöhten Reaktivität der Augmenter auf sensorische Stimuli unabhängig vom emotionalen Inhalt erklärt. Die Frage nach der Intensitätsmodulation emotionaler Stimulation bleibt damit im Wesentlichen noch immer unbeantwortet. Für eine Weiterverfolgung dieser Forschungsidee erscheinen aus den bisherigen Auseinandersetzungen mit dem Themengebiet folgende Punkte als besonders relevant zu berücksichtigen:

- (1) Die zur Anwendung kommenden Reize sollten eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Emotionsauslösung von hinreichender Intensität bieten. Vor allem sollten Emotionsinduktionstechniken mit und ohne sensorischer Stimulation berücksichtigt werden.
- (2) Da Emotion ein Überbegriff für ganz unterschiedliche Phänomene ist und der Zusammenhang zur SIM generell formuliert wurde, sollte explizit gemacht werden, welche spezifischen Emotionen im Mittelpunkt des Interesses stehen sollten.
- (3) Aus bisherigen empirischen Untersuchungen sollte auf Indikatoren geschlossen werden, die sich als sensibel für emotionale Reaktivität bewähren konnten, besonders unter Berücksichtigung unterschiedlicher Messebenen.

Mit Bezug auf diese Aspekte, geben die folgenden Abschnitte unter dem Gesichtspunkt der Planung einer adäquaten experimentellen Testung von Reaktivitätsunterschieden auf emotionale Reize zwischen Augmentern und Reducern nach einer semantischen Eingrenzung des Gegenstandes (Abschnitt 3) einen Überblick zu gängigen Emotionsinduktionsverfahren (Abschnitt 4), Klassifikationssystemen für Emotionen (Abschnitt 5) und sensitiven Indikatoren emotionaler Reaktivität (Abschnitt 6).

### **3. Emotionale Reaktivität – Eine Begriffsbestimmung**

Bei der Beschäftigung mit dem Gebiet der Emotion stößt man zwangsläufig auf Problematiken bei der definitorischen Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes. Goller führt dafür folgende Begründung an: „Die Schwierigkeit der wissenschaftlichen Psychologie, zu einer einheitlichen und allgemein akzeptierten Emotionsdefinition zu gelangen, hängt auch damit zusammen, dass Emotionen komplexe Phänomene sind, die aus unterschiedlichen Perspektiven erforscht werden können“ (Goller, 1992, p. 17). Nachdem Kleinginna & Kleinginna (1981) bei einer Durchsicht der englischsprachigen Fachliteratur nahezu 100 unterschiedliche Definitionen des Begriffs Emotion fanden, versuchten sie in folgender Arbeitsdefinition alle wesentlichen Bestimmungsstücke zu berücksichtigen:

„Emotion is a complex set of interactions among subjective and objective factors, mediated by neural/hormonal systems, which can (a) give rise to affective experiences such as feelings of arousal, pleasure/displeasure; (b) generate cognitive processes such as emotionally relevant perceptual effects, appraisals, labeling processes; (c) activate widespread physiological adjustments to the arousing conditions; and (d) lead to behavior that is often, but not always, expressive, goal-directed, and adaptive“ (Kleinginna & Kleinginna, 1981, p. 355).

Emotionen, verstanden als Reaktionsmuster auf körperinterne und externe Reize, sind also generell den drei folgenden, häufig auch als Reaktionstrias bezeichneten, Beschreibungs- und Beobachtungsebenen zugänglich:

**1. subjektiv-verbal**

(Die Gefühlskomponente im Sinne des privaten, nur subjektiv erlebbaren Affekts.)

**2. physiologisch**

(Die körperliche Komponente, Reaktionen und Regulationsprozesse des ANS und ZNS)

**3. Verhalten**

(Die motorisch-expressive Komponente, allgemein Regulation des Muskeltonus, umfasst vor allem emotionales Ausdrucksverhalten der Mimik und Gestik)

Bei einer solchen Mehrebenen-Betrachtung gilt es nach Goller (1992), Folgendes immer im Blickfeld zu behalten: „Emotion ist ein theoretischer Begriff, ein hypothetisches Konstrukt, für einen nur persönlich erlebbaren Zustand. Dieser Begriff bezeichnet keine direkt beobachtbaren Größen und ist auch nicht mit den ihm zugeordneten empirischen Indikatoren synonym“ (Goller, 1992, p. 27). Keine der auf den drei Ebenen der Reaktionstrias messbaren Auswirkung von Emotionen sollte daher mit dem Konstrukt selbst verwechselt oder gar gleichgesetzt werden<sup>21</sup>. Der Emotionsbegriff ist mit einer operationalen Definition nicht adäquat erfassbar. Bei einer Mehrebenenerfassung von Emotionskomponenten ist häufig eine niedrige Übereinstimmung zwischen den Indikatorebenen zu beobachten. Dieser Sachverhalt kann jedoch durch unterschiedliche Funktionsweisen der Subsysteme befriedigend erklärt werden und stellt sich als theoretisch unproblematisch dar, solange eben nicht das Phänomen mit den gemessenen Indikatoren gleichgesetzt wird (Leventhal, 1984). Die vorliegende Arbeit betrachtet als Untersuchungsgegenstand empirisch messbare Auswirkungen auf den drei Ebenen der Reaktionstrias, die durch emotionshaltige Stimuli ausgelöst werden. Hierfür wird die Bezeichnung emotionale Reaktivität verwendet. Ein ähnlicher Ansatz wird von Lazarus, Averill und Opton (1977) vertreten, in dem Emotionen als objektbezogene Reaktionssyndrome betrachtet werden. Zur Sicherstellung der tatsächlichen Emotionshaltigkeit der verwendeten Stimuli, verstanden als die Potenz inter- und intraindividuell stabil emotionale Reaktionen auszulösen, wird auf bereits häufig, in unabhängigen Untersuchungen, angewandte Verfahren mit großer allgemeiner

---

<sup>21</sup> vgl. hierzu auch die Ausführungen von Stemmler (1987, 1992) über das Verhältnis Indikator - Indikant

Akzeptanz zurückgegriffen. Diese evaluierten emotionshaltigen Reize oder auch Emotionsinduktionstechniken werden im nächsten Abschnitt erörtert.

#### 4. Experimentelle Emotionsinduktion

Eine Induktion emotionaler Reaktionen ist im Kontext einer objektiven, reliablen und standardisierten Laboruntersuchung mit multiplen Problematiken behaftet (Scherer, 1981). Da es sich im Falle negativer Emotionen per Definition um einen Zustand handelt, der als unangenehm erlebt wird, ist die Bereitschaft seitens der Versuchspersonen, sich einer solchen Prozedur auszusetzen, häufig nachvollziehbar begrenzt. Meist unterliegt die Vorgehensweise dadurch auch der Restriktion der Begrenzung auf relativ schwache Manipulationen emotionaler Variablen (Eysenck, 1994). Neben ethischen Problemen wirkt die artifizielle Laborumgebung, und im Falle der Berücksichtigung der körperlichen Emotionskomponente besonders die Belastung der Vpn durch psychophysiologische Ableitungen, auf die Entstehung emotionaler Vorgänge von hinreichender Intensität generell sehr abträglich. Als weiterer häufig diskutierter kritischer Punkt ist der Aufforderungscharakter der Situation zu berücksichtigen (vgl. Westermann, Spies, Stahl & Hesse, 1996). Wenn die zu induzierende Emotion eindeutig aus der Versuchssituation zu erschließen ist, können im Bereich der subjektiven Erfassungsebene Angaben durch soziale Erwünschtheits-Prozesse verfälscht werden. Auf der anderen Seite gilt es abzuwägen, inwieweit eine Täuschung der Versuchsperson durch eine Verschleierung der Untersuchungsabsicht tragbar ist.

Trotz der Komplexität der Aufgabenstellung sind bereits eine Reihe unterschiedlicher Emotionsinduktionsmethoden mit teilweise recht vielversprechenden Ergebnissen zur Anwendung gekommen. Die Metaanalysen von Gerrards-Hesse, Spies und Hesse (1994) sowie Westermann, Spies, Stahl und Hesse (1996) geben einen umfassenden Überblick zur Effektivität von Emotionsinduktionsverfahren. Gross und Levenson (1995) nennen folgende Techniken: (1) Interaktion mit einem Konföderierten des Versuchsleiters (z.B. Ax, 1953); (2) Hypnose (z.B. Bower, 1983); (3) Nachsprechen von Sätzen (z.B. Velten, 1968); (4) Nachahmung von Gesichtsausdrücken (z.B. Ekman, Levenson & Friesen, 1983); (5) Imagination (z.B. Lang, 1979); (6) Musikdarbietung (z.B.

Sutherland, Newman & Rachman, 1982); (7) Präsentation von Bildern (z.B. Lang, Ohman & Vaitl, 1988; Wagner, 1990; Winton, Putman & Krauss, 1984; Schwerdtfeger, 2003); (8) Filmdarbietung (z.B. Lazarus, Speisman, Mordkoff & Davison, 1962; McHugo, Smith & Lanzetta, 1982; Philippot, 1993, Gross & Levenson, 1995, Hagemann, Naumann, Maier, Becker, Lürken & Bartussek, 1999).

Bei der Planung der vorliegenden Untersuchung wurden diese Techniken neben der Effektivität als emotionsauslösende Reize auf weitere ihrer inhärenten Eigenschaften betrachtet. Einige Verfahren erschienen dabei generell weniger geeignet zur Untersuchung der vorliegenden Fragestellung als andere. So gestattet das Verfahren der Nachahmung von Gesichtsausdrücken keine Verwendung der Gesichtsmuskelaktivität als abhängige Variable. Die Anwendung der Hypnosetechnik stellt besonders hohe Anforderungen sowohl an die Versuchspersonen (Suggestibilität) als auch an den Versuchsleiter (Beherrschung einer Hypnosetechnik). Musikdarbietung besitzt nach dem bisherigen Forschungsstand für die hier verfolgte Untersuchungsabsicht keine ausreichende Differenzierungskraft. Bei der Darbietung von Bildern entstehen nach Philippot (1993) eher schwache positive oder negative Zustände, mit ebenfalls nur geringen weiteren Differenzierungsmöglichkeiten. Die Interaktion mit einem Konföderierten ist meist sehr umständlich und aufwendig, wobei eine gezielte Täuschung der Vpn meist der integrale Bestandteil der Methode ist, indem die Vpn in eine vorgespielte Szene miteinbezogen werden und dabei in dem Glauben gelassen werden, es würde sich um eine reale Situation handeln. Als gut vereinbar mit allen weiteren wesentlichen Aspekten der vorliegenden Untersuchung erschienen die beiden Verfahren Darbietung von Filmsequenzen und die Imaginationsmethode. Diese Verfahren werden in den nächsten beiden Abschnitten näher erläutert.

#### **4.1 Video-basierte Verfahren**

Die Verwendung von Filmsequenzen in der Emotionsforschung besitzt bereits eine lange Tradition. Innerhalb von Untersuchungen zum Stress-Konzept wurde mit Hilfe dieser Technik versucht, diffuse emotionale Erregung einer hohen Intensität auszulösen (z.B. Goodenough, Witkin, Koulack & Cohen, 1975; Lazarus, Speisman, Mordkoff & Davison, 1962; Notarius & Levenson, 1979; Pillard, McNair

& Fisher, 1974). Darauf folgend ist eine Entwicklung zur Untersuchung differenzierter emotionaler Zustände zu beobachten. Innerhalb eines dimensionalen Ansatzes wurden Filme eingesetzt um emotionale Zustände einer bestimmten Valenz und Intensität auszulösen (Hubert & de Jong-Meyer, 1990; Van Rooijen & Vlaender, 1984). Innerhalb eines kategorialen Ansatzes wurden Filme zur Auslösung distinkter Emotionen wie Trauer und Angst verwendet (Brown, Corriveau & Monti, 1977; Engel, Frader, Barry & Morrow, 1984; Marston, Hart, Hileman & Faunce, 1984; Mewborn & Rogers, 1979).

Beim aktuellen Forschungsstand besteht eine ausreichende empirische Validierungsbasis für die Potenz von Filmsequenzen zur Auslösung markanter Änderungen im subjektiven, physiologischen und expressiven Bereich. Validierungen der Film-basierten Emotionsinduktion wurden mit dem abhängigen Maß verbaler Selbstreport für distinkte Zielemotionen u.a. von den folgenden Autoren durchgeführt: Angst (Pillard et al., 1974), Ärger (Brown et al., 1977), Trauer (Engel et al., 1984; Marston et al., 1984). Ebenso existieren Befunde für die physiologische Emotionskomponente in Funktionsmaßen des EMG, EKG und der EDA (Mewborn & Rogers, 1979; Hubert, 1988; Hubert & de Jong-Meyer, 1990; Jansen & Frijda, 1994).

Im Vergleich der Effektivität unterschiedlicher Emotionsinduktionstechniken erschien in der Metaanalyse von Westermann, Spies, Stahl und Hesse (1996), in die ca. 250 Untersuchungen eingingen, bei denen die beiden Emotionen Freude und Trauer induziert wurden, die Induktionsmethode Filmdarbietung/Geschichten, als die Effektivste der untersuchten Methoden. Für die Emotion Trauer war die Imaginations-Methode vergleichbar effektiv. Die Effekte auf den subjektiven Bereich waren zwar größer als auf Verhaltensmaße, letztere waren aber immer noch eindeutig nachweisbar. Westermann et al. (1996) ziehen aus ihren Ergebnissen den Schluss, dass die Effekte der Induktionsmethoden zwar zum Teil auf den Aufforderungscharakter zurückzuführen sein könnten, jedoch keinesfalls in ihrer Gänze.

Die Wahl der zur Anwendung kommenden Filmsequenzen ist bei der Frage nach der generellen Effektivität der Methode zweifelsohne von entscheidender Bedeutung. Dabei stehen die zwei folgenden Aspekte im Vordergrund: (1) sind die gewählten Stimuli in der Lage, die gewünschten Emotionen in ausreichendem Umfang hervorzurufen (**Intensität**) und (2) erzeugen diese eindeutig in stärkstem

Ausmaß die gewünschte Zielemotion<sup>22</sup> (**Selektivität**). Im Bemühen um eine standardisierte Test-Batterie mit evaluierten Filmsequenzen wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, in denen das Reizmaterial unter den Gesichtspunkten der Intensität und Selektivität verglichen wurden. Philippot (1993) stellte hierbei in seiner Untersuchung die zentrale Frage: Können Filme, in einem Laborkontext dargeboten, die Emotionen Freude, Ärger, Ekel, Angst und Trauer stabil über den Grossteil der Individuen auslösen? Eine positive Beantwortung ergab sich für ihn u.a. aus den Ergebnissen einer diskriminanzanalytischen Auswertung der verbalen Selbstreports mit einer Klassifikationsrate korrekter Fälle von 75%. Gross und Levenson (1995) konnten in einer gleich angelegten Untersuchung eine noch höhere korrekte Klassifikationsrate von 83% erzielen.

Über die generelle Eignung von Filmsequenzen zur Auslösung emotionaler Reaktionen kommen Philippot (1993), Gross und Levenson (1995) sowie Hagemann, Naumann, Maier, Becker, Lürken und Bartussek (1999) zu dem Schluss, dass bei eingehender Vorab-Evaluation des Stimulusmaterials eine Emotionsinduktion durch Videodarbietung prinzipiell erfolgreich möglich ist. Sie kommen damit einheitlich zu einem anderen Urteil als noch die Übersichtsarbeit von Polivy (1981), in welcher unter Berücksichtigung der verfügbaren Methoden bezüglich der generellen Möglichkeit der Erzeugung diskreter Emotionen im Labor eine sehr pessimistische Ansicht vertreten wird.

Die generellen Vorteile einer Video-basierten Emotionsinduktion sehen Gross und Levenson (1995) in der hohen Standardisierung und der Dynamik des Verfahrens. Weiterhin ist hierbei keine Täuschung der Vpn, im Sinne einer Verschleierung der Forschungsabsicht, nötig. Filme besitzen darüber hinaus eine hohe ökologische Validität, da Emotionen im täglichen Leben oft durch dynamische visuelle und auditorische Stimuli ausgelöst werden. Eine ganz ähnliche Ansicht wird von Philippot (1993) vertreten, für den Filmstimuli eine erfolgsversprechende Technik sind, da diese die Fähigkeit besitzen eine große Bandbreite von Emotionen zu induzieren, ohne das spezielle Anforderungen an die Versuchspersonen gestellt werden müssten oder eine Verschleierung der Untersuchungsintention nötig wäre. Filme sind einfach anwendbar, ethisch wenig problematisch und durch das alltägliche Leben nahezu allen Individuen bekannt. Weiterhin konnte eine große Generalisierbarkeit über unterschiedliche ethnische Gruppen beobachtet werden:

---

<sup>22</sup> Optimal wäre natürlich eine "reine" Emotionsinduktion, in der ausschließlich nur eine Emotion hervorgerufen wird. Dies hat sich in der Praxis jedoch als nicht realisierbare Vorstellung erwiesen.

Philippot (1993) untersuchte französischsprachige Vpn, Gross und Levenson (1995) englischsprachige, mit unterschiedlichem ethnischen Ursprung (afroamerikanisch, asiatisch, kaukasisch, hispanisch und andere), Hagemann et al. (1999) verwendeten eine deutschsprachige Stichprobe.

## 4.2 Imaginationstechniken

Neben der Emotionsinduktion durch Filmsequenzen ist im Experimentalplan der vorliegenden Untersuchung eine zweite Induktionsmethode aus zwei wesentlichen Gründen vorgesehen: Zum Ersten wird hierdurch eine höhere Generalisierbarkeit, nicht nur über unterschiedliche Emotionskategorien (s. Abschnitt 5) sondern auch über Klassen von Auslösereizen angestrebt. Zum Zweiten sollte ein Verfahren zur Anwendung kommen, welches Emotionen ohne sensorische Stimulation induziert, um Reaktivitätsunterschiede in Abhängigkeit von Augmenting-Reducing separiert auf den sensorischen oder emotionalen Gehalt der Reize zurückführbar zu machen. Der Video-basierten Emotionsinduktion, als Reizkonstellation mit multimodalen sensorischen Input, wird aus diesen Gründen die Imaginationstechnik, welche ohne sensorische Stimulation mit intern generierten Reizen operiert, zur Seite gestellt.

Imaginationstechniken zur Emotionsinduktion basieren auf dem Prinzip, dass Vpn durch mentale Vorstellungen, die als eine Form der Autosuggestion angesehen werden können, emotionale Reaktionen erzeugen. Die genaue Art der Durchführung kann hierbei variieren. Stemmler (1984, 1989) beispielsweise verwendet die Vorgehensweise seine Vpn fünf Minuten lang über ein Erlebnis berichten zu lassen, über welches diese sich geärgert bzw. geängstigt haben. Im Anschluss daran sollen die Vpn sich bei geschlossenen Augen dieses Erlebnis intensiv vorstellen.

In Untersuchungen der Arbeitsgruppe um Schwartz aus den 1970er Jahren wurden individuelle, von den Vpn selbst generierte Situationsbeschreibungen als Grundlage der mentalen Vorstellung verwendet (Schwartz, Fair, Salt, Mandel & Klerman, 1976; Schwartz, Davidson & Pugash, 1976). Mit Hilfe dieser Vorgehensweise konnten unterschiedliche Muster der EMG-Aktivität für die Emotionen Freude, Trauer und Ärger beobachtet werden. Sinha und Parsons (1996) konnten mit der Verwendung individueller Scripts eine Klassifikationsrate

von korrekt den Bedingungen zugeordneten physiologischen Profilen von 78% und 72% erzielen. Wurden subjektive Angaben hinzugenommen, ergab sich eine korrekte Klassifikationsrate von 99%.

In den 1980er Jahren ging die Arbeitsgruppe um Schwartz dann zur Verwendung normierter Situationsbeschreibungen über. In Form von kurzen Sätzen wird der Rahmen einer Imagination vorgegeben, welche interindividuell vergleichbare emotionale Reaktionen auslösen soll. Z. B. lautet die zur Induktion von Angst vorgegebene Situationsbeschreibung im englischen Original: „You walk through a bad part of a city at night alone.“ (Schwartz, Brown & Ahern, 1980, p. 76). Die Versuchspersonen werden angewiesen sich die beschriebene Situation so lebhaft wie möglich vorzustellen. Dieses System wurde als Affective Imagery Situations Inventory (AISI; Schwartz & Weinberger, 1980) bezeichnet und enthält Situationsbeschreibungen für die Emotionen Freude, Trauer, Ärger, Furcht, Depression und Angst. Innerhalb einer Stichprobe von 216 Versuchspersonen erzeugten die Imaginationen der sechs Emotionen ein signifikant unterschiedliches Muster in verbalen Aussagen (Schwartz & Weinberger, 1980). Hypothesenkonforme Muster in verbalen Selbstreports und zusätzlich in der Gesichtsmuskulaturaktivität, erfasst über EMG-Ableitungen, konnten für die Emotionen Freude, Trauer, Ärger und Angst (jeweils in drei Intensitätsausprägungen) von Schwartz, Brown und Ahern (1980) gezeigt werden. Ebenfalls unter Verwendung der Imaginationen aus dem AISI für die Emotionen Freude, Trauer, Angst und Ärger gelang Fridlund, Schwartz und Fowler (1984) in einer diskriminanzanalytischen Auswertung anhand des verbalen Selbstreports bei 94 % der Vpn eine korrekte Klassifikation der Emotion. Auch außerhalb der Schwartz-Gruppe wurde die Imaginationsmethode mit standardisierten Situationsbeschreibungen zur Emotionsinduktion verwendet (Keltner et al., 1993; Lang et al., 1983). Bei Santibanez & Bloch (1986) wurden dabei besondere Vorkehrungen zur Entspannung getroffen. Smith und Ellsworth (1985) verwendeten eine sehr umfangreiche Induktion von 15 Emotionen.

Als Nachteil der Imaginationsmethode wird von einigen Autoren eine besondere Anfälligkeit für Effekte des Aufforderungscharakters genannt, da die zu induzierende Emotion manchmal explizit genannt wird oder zumindest sehr leicht errahnt werden kann. Die nachgewiesenen Effekte der Imaginationsmethode auch

auf psychophysiologisch messbare Indikatoren sprechen allerdings gegen eine alleinige Verursachung durch den Aufforderungscharakter (vgl. Schwartz, 1982). An die Frage nach der Umsetzungsmethode, dem „wie“ der Emotionsinduktion, muss sich konsequenter Weise nun die Frage nach der speziellen Art der Emotion, dem „was“ soll induziert werden, anschließen. Die Untersuchung Schwerdfegers (2003) beschränkte sich sehr allgemein auf die Darbietung ärgerlicher, freudiger und neutraler Reize, gestattete also nur eine recht globale Differenzierung in angenehm, unangenehm und neutral. Die vorliegende Untersuchung wählt einen weiter gefassten Ansatz mit der Berücksichtigung eines breiteren Kanons von Emotionskategorien. Der Vorteil dieser Vorgehensweise wird darin gesehen, dass auf diese Art Aussagen ermöglicht werden bezüglich möglicher Interaktionen zwischen Reaktivitätsunterschieden und der Qualität von Emotion. Sind, soweit Reaktivitätsunterschiede in Abhängigkeit von Augmenting-Reducing auftreten, diese generell oder auch von der Art der Emotion abhängig?

## 5. Emotions-Kategorien und Dimensionen

Der Mensch ist fähig, im subjektiven Erlebensbereich eine sehr große Anzahl emotionaler Zustände zu differenzieren und diesen Zuständen distinkte sprachliche Begriffe zuzuordnen. Averill (1975) stellte eine Liste von nicht weniger als 558 Begriffen zusammen, die mit großer interindividueller Übereinstimmung als Emotionswörter bezeichnet wurden. Eine Ordnung in diese Fülle emotionaler Zustände bringt der Gedanke, dass einige Emotionen grundlegender sind als andere. Diese wenigen Basis- oder primären Emotionen sollen sich dadurch auszeichnen, dass sie funktionelle Entitäten, elementare Gefühlsqualitäten, und nicht weiter zerlegbar sind, während eine große Anzahl anderer emotionaler Zustände existieren, die sich aus einer Mischung unterschiedlicher Anteile der Basisemotionen ergeben. Nach Gray zeichnen sich primäre Emotionen durch folgendes aus:

„An emotion is primary if it is essentially due to the level of activity in only one fundamental emotion system; it is not primary if it reflects the level of activity in more than one such system“ (Gray, 1991, p. 77).

Diese Art der Abgrenzung besitzt den Nachteil, dass vorab eine Entscheidung für eines von vielen vorgeschlagenen Modellen emotionsverarbeitender Systeme

getroffen werden muss. Ein solcher Ansatz liegt jenseits des Anspruchs der vorliegenden Untersuchung. Auch wenn die Systematiken unterschiedlicher Ansätze keineswegs deckungsgleich sind, so herrscht doch über die Benennung der primären Emotionen – mit Einschränkungen – mehr Einigkeit unter den Autoren als über die theoretischen Bezüge, in denen sie verankert werden (vgl. Machleidt, Gutjahr & Mügge, 1989). Auflistungen primärer Emotionen enthalten i.d.R. als positive Emotionen Zufriedenheit (Contentment) und Freude (Joy) und als negative Emotionen Kummer (distress), Ekel (disgust), Ärger (anger), Angst (fear) und Trauer (sadness) (Lewis, 1993). Auch als primäre Emotionen, aber konzeptuell unterscheidbar von den positiven und negativen Emotionen, werden Interesse (interest) und Überraschung (surprise) betrachtet. Diese primären Emotionen sollen sich, einem Ansatz folgend, bereits während der ersten 8 Lebensmonate des Menschen entwickeln und im Laufe der weiteren Individualgenese eine Differenzierung zu den selbstreflexiven Emotionen (self-conscious emotions) Scham (shame), Stolz (pride) und Schuld (guilt) erfahren (Lewis, 1993; Nelson, 1994).

Machleidt, Gutjahr und Mügge (1989) sehen für die Annahme eines Grundgefühls neben der subjektiven Erlebnisevidenz und der schlüssigen phänomenologischen Charakterisierung auch eine Verhaltenscharakterisierung und ein spezifisches physiologisches Ausdrucksmuster als notwendig an. Eine Systematisierung basierend auf dem Ausdruck wurde bereits von Darwin (1872) vorgenommen und erfuhr später eine umfangreiche Präzisierung und Validierung (erstmalig Ekman, Friesen, Ellsworth, 1972). Ekman und Friesen (1975, 1978) konnten in überzeugender Weise aufgrund des mimischen Ausdrucks die Emotionskategorien (1) Glück, Freude; (2) Überraschung; (3) Trauer; (4) Angst, Furcht; (5) Ekel, Abscheu und (6) Zorn, Ärger transkulturell differenzieren.

Hagemann et al. (1999) sahen in ihren Ergebnissen einer Filmbasierten-Emotionsinduktion eine deutliche Übereinstimmung zwischen den verbalen Selbstreports und den Basisemotionen nach Ekman und Friesen. Besonders betonen sie den Punkt, dass unterschiedliche positive Filme ähnliche Aspekte positiver Emotionen erzeugten, während negative Filme spezifische diskrete Zieleemotionen, korrespondierend mit den Basisemotionen, auslösten.

Izard (1972) vertritt den Gedanken, dass Emotionen, wenn überhaupt, nur in Ausnahmefällen in einer Reinform vorkommen. Der allgemeine Fall, sowohl im

alltäglichen Erleben als auch bei einer Emotionsinduktion unter Experimentalbedingungen, sei das Auftreten eines Emotionszustandes als komplexes Muster, der Anteile von mehreren der genannten Grundemotionen gleichzeitig enthält. Diese Sichtweise sahen auch Schwartz und Weinberger (1980) in ihren empirischen Daten bestätigt, wobei sie weiter vermuten, dass einige Emotionspaarungen, wie etwa Freude-Furcht, kompatibler sind als Andere. Ergänzend zu Kategorisierungsversuchen sind Ansätze entwickelt worden in denen Emotionen innerhalb eines mehrdimensionalen Modells lokalisiert werden. Bereits Wundt (1896) postulierte, dass Emotionen entlang der Dimensionen (1) Lust – Unlust, (2) Erregung – Beruhigung, (3) Spannung – Lösung zu erfassen seien. Dieses Modell wurde später vielfach verwendet und modifiziert, so nahmen Osgood, Suci und Tannenbaum (1957) sowie Traxel und Heide (1961) eine stark an Wundt angelehnte Einteilung vor, die um eine allgemeine Benennung der Dimensionen ergänzt wurde. Dieses Modell umfasst die Dimensionen: (1) Bewertung oder Valenz mit den Polen angenehm – unangenehm, (2) Aktivierung/Arousal oder Intensität mit den Polen beruhigend – erregend und (3) Potenz mit den Polen stark/dominant – schwach/submissiv. Eine Modifikation dieses Modells, in welcher der Begriff der Potenz durch den der Kontrolle ersetzt wird, ist von Herkner (1991) vorgeschlagen worden. Dieser Ansatz verfolgt die Absicht, Emotionsdimensionen analog den Motivationsdimensionen Anreiz (Bewertung), Antrieb (Aktivierung) und Kontrollierbarkeit (Kontrolle), zu konzipieren. Empirische Überprüfungen lassen die beiden Dimensionen Valenz und Aktivierung als reliabel erscheinen, während die Kontrolldimension nicht stabil replizierbar war (Übersicht bei Kleinginna & Kleinginna, 1984).

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden die Emotionskategorien von Ekman und Friesen (1975, 1978) als Reizkategorien zur Einteilung der unabhängigen Variable übernommen, da diese als vorläufiger Minimalkatalog oder kleinster gemeinsamer Nenner betrachtet werden, gleichzeitig so aber schon ein, gemessen an vorherigen Untersuchungen, differenzierter und aufwendiger Ansatz entsteht. Die dimensionale Betrachtungsweise wird in Form von subjektiven Ratingskalen ergänzend hinzugezogen. Diese und andere Gesichtspunkte der Erfassung emotionaler Reaktivität, Aspekte also, welche die abhängigen Variablen der vorliegenden Untersuchung betreffen, werden im folgenden Abschnitt thematisiert.

## 6. Die Erfassung emotionaler Reaktivität

Der klassischen Einteilung der Reaktionstrias folgend, wird die Darstellung der Erfassung emotionaler Reaktivität in den folgenden Abschnitten gegliedert in die subjektiv-verbale, die körperlich-physiologische und die mimische-Ausdrucks Komponente. Die körperlich-physiologische Komponente wird dabei weiter unterteilt in Reaktionen des Zentralen Nervensystems, die über das EEG erfasst werden und Reaktionen des Autonomen Nervensystems, erfasst über Funktionsmaße aus EDA, EKG, PVA und Atmung. Die mimische-Ausdrucks Komponente beschränkt sich auf Änderungen der Gesichtsmuskel-Aktivität erfasst über EMG-Messungen.

### 6.1 Die subjektiv-verbale Komponente

Setzt man die Kooperationsbereitschaft von Vpn voraus und unterstellt keine Absicht zur intentionalen Verfälschung, wird im Bereich der allgemeinen Aktivierung, der Selbstreport von einigen Forschern als ein Aktivierungsindex betrachtet, der valider und reliabler ist als physiologische Einzelvariablen. Unser Gehirn scheint sehr gut in der Lage zu sein, einkommende Signale der unterschiedlichen physiologischen Systeme zu integrieren und daraus ein veridikales Abbild des Aktivierungszustands zu formen (Eysenck, 1994). Einiges spricht für eine Anwendbarkeit dieser Perspektive auf den Bereich des emotionalen Erlebens. Im Sinne Leventhals (1984) sind die besten Indikatoren zur Erfassung emotionaler Abläufe verbale Berichte in Form von standardisierten Fragebögen oder Ratingskalen, da Emotionen als Wahrnehmungserlebnis (perceptual experience) betrachtet werden und als solches nur einen rein privaten Zugang gestatten. Bei der Video-basierten Emotionsinduktion zeigten sich subjektive Ratings in zahlreichen Studien als diskriminativ zwischen unterschiedlichen Emotionen (z.B. Hubert & de Jong-Meyer, 1990; Hubert, 1988; Lazarus, Speisman, Mordkoff & Davison, 1962; McHugo et al., 1982; Tyrer et al., 1978), ebenso bei Verwendung der Imaginationstechnik (z.B. Fridlund, Schwartz & Fowler, 1984). Subjektiven Ratings kommt bei der Evaluation von Emotionsinduktionen häufig die Rolle des Manipulation Checks zu. An den verbalen Aussagen wird festgemacht, ob die Induktion wirksam war oder nicht.

Physiologische Maße werden, aufgrund ihres zur Zeit noch weniger bekannten Zusammenhangs zu emotionalen Prozessen, oft nur ergänzend betrachtet.

Häufig verwendete standardisierte Verfahren (Rating-Skalen) zur Erfassung der subjektiven Emotionskomponente sind das Semantische Differential (Osgood et al., 1957; Osgood, 1966; Averill, 1975), die Differential Emotion Scale (DES; Izard, 1972), das Self-Assessment Manikin (SAM; Lang, 1980) und die Mood Adjective Check List (MACL; Nowlis, 1965; Axelrod, 1963; Hendrickx & Lilly, 1970; Lazarus & Alfert, 1964; Lazarus et al., 1962; Levison, 1963; Nowlis & Green, 1964; Nowlis & Nowlis, 1956; Russell, 1979; Speisman et al., 1964; Thayer, 1967). Viele Studien verwenden auch eine sehr direkte Art der Abfrage, indem auf unterschiedlich gestuften Likert-Skalen die Empfindung primärer Emotionen angegeben wird. Schwartz und Weinberger (1980) verwendeten 5-stufige Skalen für die Kategorien happy, sad, anger, fear, depression und anxiety. Bei Hagemann et al. (1999) kamen 9-stufige Ratingskalen mit den Benennungen interest, happiness, pleasure, amusement, sadness, fear, anger und disgust zum Einsatz. Ebenfalls 9-stufig war die von Ekman, Levenson und Friesen (1983) verwendete Skala zur direkten Abfrage der Emotionen Ärger, Furcht, Trauer, Freude, Überraschung und Ekel. Stemmler (1989) verwendete eine nahezu identische Art der Abfrage, wobei die Emotionen in Form von 12 Aussagesätzen gekleidet wurden (z.B.: I was happy. I was angry about someone or something. I felt fear.) Die Beantwortung erfolgte sieben-fach gestuft.

Ergänzend zur direkten Abfrage der primären Emotionskategorien bietet sich eine ebenfalls direkte Abfrage der Emotionsdimensionen (Intensität, Valenz, Kontrolle) an. Im Kontext der aktuellen Fragestellung kann die Intensitäts-Dimension, mit der Abbildung unspezifischer Aktivierung, hierbei für einen Intensitätsvergleich über unterschiedliche Emotionen herangezogen werden. Die Valenzdimension kann als eine gröbere Differenzierung der Emotionskategorien betrachtet werden und die kategorialen Skalen ergänzen, besonders falls die Reize sich widererwartend als nicht ausreichend selektiv erweisen sollten. Die beiden Skalen gestatten nicht zuletzt auch einen direkten Vergleich mit den Ergebnissen der Untersuchung Schwedtfegers (2003). Die Kontroll-Dimension wurde unter explorativen Gesichtspunkten ohne explizite Hypothesen erfasst.

## 6.2 Die körperlich-physiologische Komponente

*Peripher-physiologisch.* William James (1884) entwickelte die Vorstellung, dass Körperreaktionen direkt auf die Wahrnehmung und Interpretation von emotionsauslösenden Reizen folgen. Die Wahrnehmung dieser Körperreaktionen erst mache aus der „gefühllosen“ reinen Objektwahrnehmung ein emotionales Ereignis<sup>23</sup>. Dieser Ansatz hat eine breite Diskussion um die Emotionsspezifität physiologischer Reaktionen ausgelöst. Emotionsspezifität bezeichnet dabei irgend eine Art von Besonderheit im Muster von physiologischen Reaktionen unter dem Einfluss von Emotionen. Alternativ dazu existiert auch die Auffassung, Emotionen seien von einem undifferenzierten Arousal begleitet (Schachter & Singer, 1962). Das Auffinden distinkter autonomer Reaktionsmuster für unterschiedliche Emotionen ist theoretisch bedeutsam als Argument für die Auffassung, dass die Differenziertheit der gefühlten Emotion auf eine homologe Spezifität körperlicher Reaktionsmuster zurückgeführt werden kann. Ausgelöst durch den theoretischen Disput zwischen James (1884) und Cannon (1929) erfolgte eine erste Forschungswelle zur autonomen Emotionsspezifität in der Folge der Untersuchung von Ax (1953) (Averill, 1969; Funkenstein, King & Drolette, 1954; Schachter, 1957; Sternbach, 1962). Wiederbelebt wurde diese Forschungstradition in den 1980er Jahren, da die biologisch/evolutionäre Perspektive aufgrund von Evidenzen für eine cross-kulturelle Universalität im emotionalen Gesichtsausdruck wieder an Aktualität gewann (Ekman, Sorenson & Friesen, 1969; Ekman, Levenson & Friesen, 1983; Roberts & Weerts, 1982; Schwartz, Weinberger & Singer, 1981; Stemmler, 1984, 1989, 1992).

Ekman, Levenson und Friesen (1983) induzierten die Emotionen Ärger, Ekel, Angst, Freude, Trauer und Überraschung jeweils mit Hilfe von zwei Methoden: (1) willentlich, unter Anweisung generierte emotionale Gesichtsausdrücke, ohne Nennung der Emotion und (2) der Imaginationsmethode „relived emotion“, bei der die Probanden sich tatsächlich erlebte Szenen vorstellen, in denen die Zielemotion

---

<sup>23</sup> Nach Stemmler vertrat James die Auffassung, dass die Wahrnehmung von skelettmotorischen und autonomen physiologischen Reaktionen eine *notwendige* Bedingung (nicht jedoch eine hinreichende) für das Entstehen eines Gefühls sei. „Ellsworth (1994) weist darauf hin, dass James häufig mißverstanden worden sei, wenn ihm die Auffassung unterstellt werde, dass Emotionen *nichts* als die Wahrnehmung von körperlichen Veränderungen seien“ (Stemmler, 1998, p. 97). Am Anfang der Emotionsauslösung steht die Wahrnehmung und Interpretation emotionaler (Außen-) Reize.

auftrat. Als signifikante Differenzierungen mit Konstanz über beide Induktionsmethoden ergaben sich hierbei: Ärger und Angst erzeugten eine größere Herzratenzunahme als Freude. Ärger erzeugte eine größere Steigerung der Fingertemperatur als Freude. Eine auf die Methode der willentlich generierten Gesichtsausdrücke beschränkte Differenzierbarkeit der 6 Emotionen zeigte sich in folgender Art: Die Herzrate zeigte eine signifikant größere Akzeleration für die Emotionen Ärger, Angst und Trauer als für Freude, Überraschung und Ekel. Die Erhöhung der Fingertemperatur war für Ärger größer als für alle anderen Emotionen. Hieraus leiten die Autoren den in Abbildung 20 dargestellten Entscheidungsbaum ab.

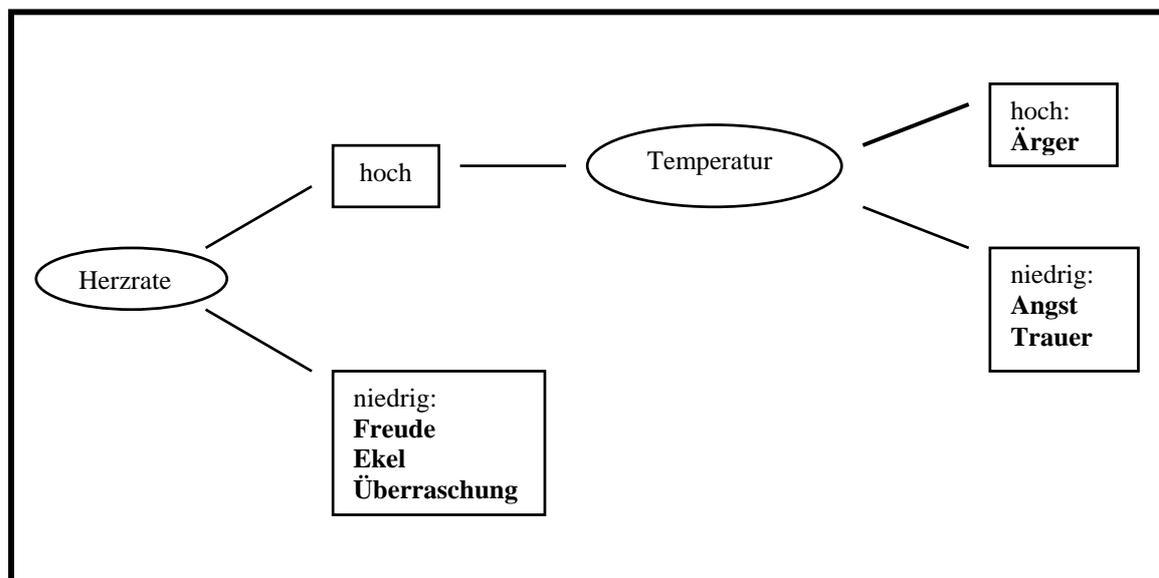


Abb. 20: Peripherphysiologische Emotionsspezifität nach Ekman, Levenson und Friesen (1983).

Die selben Autoren (Levenson, Ekman & Friesen, 1990) kommen jedoch in einer anderen Studie, bei der die Ergebnisse aus drei unabhängigen Experimenten mit willentlich generierten emotionalen Gesichtsausdrücken (Ärger, Ekel, Angst, Freude, Trauer, Überraschung) berücksichtigt wurden (varianzanalytische Auswertung, Experiment als Zwischensubjekt-Faktor), auch zu einer anderen Differenzierung, der zufolge die Herzrate stärker bei Ärger, Angst und Trauer als bei Ekel und Überraschung ansteigt. Weiter erzeugen Angst und Ekel eine

stärkere Erhöhung der Hautleitfähigkeit als Freude und Überraschung. Die individuelle Trefferrate dieser Unterscheidungen betrug 68,2%. Wurden nur Personen berücksichtigt, die auch subjektiv angaben die Ziel-Emotion als stärkste Emotion empfunden zu haben, stieg diese auf 77,4%.

Stemmler (1984, 1989) verwendete einen gekreuzten Versuchsplan der beiden Emotionsinduktionsmethoden Real-Life und Imagination und der drei Situationen Angst, Ärger und Neutral. In der Imaginationsbedingung gelang keine statistisch signifikante Differenzierung der physiologischen Reaktionsmuster, unter der Real-Life-Methode gelang diese. Ärger war hier gekennzeichnet durch Anspannung im Extensor digitorum und eine höhere Stirntemperatur. Das Angstmuster umfasste eine geringe Hautleitfähigkeit, Vasokonstriktion am Finger (erfasst über die Pulsvolumenamplitude) sowie eine niedrige Finger- und Stirntemperatur. Der Übersichtsarbeit von Stemmler (1996) wurde Tabelle 18 entnommen, in der die Ergebnisse von 17 Studien zur physiologischen Spezifität von Angst und Ärger zusammengefasst sind.

Tab. 18: Peripherphysiologische Reaktionsmuster bei Angst und Ärger nach Stemmler (1996).

Variablen	Ärger - Kontrolle			Angst - Kontrolle			Ärger - Angst		
	+	0	-	+	0	-	+	0	-
Herzrate	11	3	0	9	5	0	1	12	2
Systolischer Blutdruck	8	0	0	8	0	0	0	8	1
Diastolischer Blutdruck	8	0	0	3	5	0	5	4	0
Schlagvolumen	2	0	3	3	2	2	0	5	2
Herzminutenvolumen	4	1	0	5	0	0	0	2	3
Totaler peripherer Widerstand	3	1	1	0	3	2	4	1	0
Atemrate	3	2	0	3	2	0	0	5	1
Fingertemperatur	1	4	2	0	4	3	2	4	0
Gesichtstemperatur	1	1	2	0	2	2	1	3	0
Anz. Hautleitfähigkeitsreaktionen	1	2	0	0	2	1	1	3	0
Hautleitfähigkeitsniveau	3	2	1	2	3	1	1	5	2
Elektromyogramm	3	2	0	1	4	0	3	3	0

Winton, Putnam und Krauss (1984) untersuchten Emotionsspezifität innerhalb eines dimensionalen Ansatzes und fanden Evidenzen, dass die Valenzdimension mit der Herzrate korreliert, während die Intensitätsdimension mit der EDA korreliert.

Schon bei dieser sehr begrenzten Auswahl der empirischen Ergebnisse zur Emotionsspezifität wird die Inkonsistenz in der Reaktivität sowohl aller verwendeten Einzel-Indikatoren, als auch in deren gemeinsamer Betrachtung als Reaktionsmuster evident. Die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung zielt jedoch ganz explizit *nicht* auf emotionspezifische Reaktionsmuster ab und wird deswegen durch die erwähnte Inkonsistenz auch nicht direkt tangiert. Naheliegend und von einigen Autoren (z.B. Levenson, 1988) diskutiert, ist, dass die Problematik beim Auffinden emotionspezifischer Reaktionsmuster in der Konfundierung von emotionalen (Valenz), Intensitäts- (unspezifische Aktivierung) und situativen (Induktionsmethode) Effekten liegt. Aufgrund des nicht allgemeinen, sondern differentialpsychologischen Ansatzes der vorliegenden Untersuchung sind differentielle Effekte der Intensität und Induktionsmethode gerade der zentrale Untersuchungsgegenstand, wie bereits oben diskutiert wurde. Die generelle, wenn auch eingeschränkte Sensitivität einer Vielzahl peripher-physiologischer Indikatoren für die emotionale Reaktivität sollte durch die vorangehende Darstellung jedoch offensichtlich geworden sein.

*Zentral-physiologisch.* Effekte von Emotionen auf das EEG werden häufig unter dem Gesichtspunkt der Lateralisation betrachtet. Innerhalb dieses Ansatzes sind drei Auffassungen differenzierbar (vgl. Stemmler, 1998; Camras, Holland & Patterson, 1993): (1) Emotionen werden generell rechtsseitig verarbeitet, (2) Negative Emotionen werden rechts verarbeitet, positive Emotionen links, (3) Annäherungsverhalten wird links verarbeitet, Vermeidungsverhalten rechts.

Die Arbeitsgruppe um Davidson konnte mehrfach zeigen, dass bei negativ-valenten Emotionen eine höhere rechts-frontale Aktivierung, operationalisiert durch eine Verminderung der Alpha-Aktivität (8-13 Hz), im Vergleich zu links-frontal zu beobachten ist. Das umgekehrte Erregungsmuster, stärker verminderte Alpha-Aktivität links-frontal, konnte bei positiv-valenten Emotionen beobachtet werden (Ahern & Schwartz, 1985; Davidson, Schaffer & Saron, 1985; Fox & Davidson, 1988; Harman & Ray, 1977; Luciano, Devinsky & Perrine, 1993;

Tucker, Stenslie, Roth & Shearer, 1981; vgl. auch die Zusammenfassungen bei Davey, 1987 und Davidson, 1992a/b, 1993a/b/c). Zusätzlich konnten bei habituell positiv-affektiven bzw. negativ-affektiven Personen eine generelle hypothesenkonforme Lateralisierung gezeigt werden (Tomarken, Davidson & Henriques, 1990). Auf die Abhängigkeit der Ergebnisse vom methodischen Vorgehen bzw. der Art der Parametrisierung machen Hagemann, Naumann, Becker, Maier und Bartussek (1998) aufmerksam.

Als weiteren Forschungsansatz neben der Lateralisation konnten einzelne Arbeitsgruppen unterschiedliche Effekte verschiedener Emotionen auf bestimmte Frequenzbereiche des EEG feststellen (Machleidt, Gutjahr & Muegge, 1989; Schellberg, Besthorn, Klos & Gasser, 1990; Schellberg, Besthorn, Pfleger & Gasser, 1993; Stemmler, 1984). Nachfolgende Untersuchungen werden die Replizierbarkeit dieser Ergebnisse allerdings noch unter Beweis stellen müssen.

### **6.3 Die mimische-Ausdrucks Komponente**

Der Schluß von Ekman „(...) it is generally admitted that facial expression can discriminate between short-lived (up to 5 seconds) basic emotions (Ekman, 1984)“ (Philippot, 1993, p. 172), legte es nahe, eine Differenzierung von Emotionen anhand von elektomyographischen Messungen der Gesichtsmuskulatur zu testen. Obwohl mit Hilfe des „facial action coding systems“ (FACS, Ekman, Wallace & Friesen, 1978) geschulten Beobachtern eine Differenzierung des emotionalen Gesichtsausdrucks mit hoher Reliabilität möglich ist, zeigte es sich, dass eine Differenzierung von verschiedenen negativen Emotionen (Angst, Ärger, Trauer) mit Hilfe multipler EMG-Ableitungen nicht konsistent möglich war (Fridlund & Izard, 1983). Bei Fridlund, Schwartz und Fowler (1984) wurde die Aktivität von vier Gesichtsmuskeln (Braue, Stirn, perioral, periorcular) zur Emotions-Diskrimination verwendet. Innerhalb einer diskriminanzanalytischen Auswertung ergab sich eine durchschnittliche korrekte Klassifikationsrate der Emotion von nur 58 % (66 % Freude; 62 % Trauer; 53 % Ärger; 49 % Furcht). „Die schlechtere Differenzierung von Emotionen mit Hilfe des EMG im Vergleich zum Rating trainierter Beobachter dürfte damit zusammenhängen, dass offene Gesichtsausdrücke das Ergebnis von Bewegungen der Gesichtshaut und von Ligamenten ist, die durch die Kontraktion von Gesichtsmuskeln weiträumig mitbewegt werden (Rinn, 1984)“ (Stemmler,

1998, p. 142). Gegenüber dem FACS scheinen EMG-Ableitungen jedoch einen Vorteil bei geringen Reiz-Intensitäten zu besitzen. Cacioppo, Petty, Losch und Kim (1986) verwendeten Bilder mit schwachen bis mittleren positiven und negativen Emotionen und konnten mit Hilfe multipler EMG-Ableitungen (Augenbraue, Auge, Wange) eine Differenzierung der Valenz und Intensität erreichen. Zusammenfassungen zur Differenzierungsfähigkeit von elektromyographischen Ableitungen für verschiedene Emotionen finden sich bei Adelman und Zajonc (1989), Cacioppo et al. (1993), Dimberg (1990) sowie Fridlund und Izard (1983). Wenn auch keine vollständige Differenzierung aller Basisemotionen anhand von EMG-Messungen möglich erscheint, so kann doch eine Aktivitätserhöhung des Zygomaticus Major bei positiven Emotionen sowie eine Aktivitätserhöhung des Corrugator Supercilli bei negativen Emotionen als stabil replizierbarer Befund gelten (Brown & Schwartz, 1980; Cacioppo & Petty, 1981; Cacioppo et al., 1986, Dimberg, 1982, 1986; Dimberg & Thell, 1988; Fridlund et al., 1984; Hubert & de Jong-Meyer, 1990; Schwartz et al., 1976a/b, 1979; Smith, McHugo & Lanzetta, 1986).

## 7. Studienziel und Untersuchungsstrategie

Nach Bates (1993) sind zwei bedeutende Aspekte des Temperaments: (1) die für ein Individuum charakteristische Emotions-Intensität und (2) die Sensitivität für Umwelt-Reize. Dabei seien die für das Temperament relevanten Emotionen eben die primären Emotionen (Goldsmith, 1993). Hierauf aufbauend ist der Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchung die Frage, ob Individuen, die eine unterschiedliche Reaktivität auf sensorische Reize zeigen, nach der RAS klassifizierte Augmenter, Reducer und Moderates, ebenfalls Unterschiede in der Reaktivität auf emotionale Reize zeigen. Die multivariate Erfassung emotionaler Reaktivität umfasst im subjektiven Bereich direkte Ratings auf einer dimensional und einer kategorialen Skala, zentral-physiologisch eine Mehrkanal EEG-Ableitung, peripher-physiologisch die Registrierung von EKG, EDA, PVA und Atmung sowie auf der Ebene des mimischen Ausdrucks multiple EMG-Ableitungen.

Innerhalb eines quasi-experimentellen Ansatzes wird neben dem Faktor Augmenting-Reducing, mit den drei Stufen Augmenter, Reducer und Moderates,

der Faktor Geschlecht berücksichtigt und über die Subgruppen ausbalanciert. Zwei Arten der Emotionsinduktion (Video- und Imaginations-basiert) sollen eine Generalisierbarkeit der Aussagen über Reizklassen ermöglichen, besonders für den im Zusammenhang mit Augmenting-Reducing relevanten Vergleich von Emotionsinduktionen mit und ohne sensorische Stimuli. Weiterhin werden zur Generalisierbarkeit über Emotionskategorien die Basisemotionen nach Ekman und Friesen (1975; Trauer, Ärger, Angst, Freude, Ekel,) plus eine neutrale Situation, komplett gekreuzt mit dem Faktor Induktionsmethode, induziert. Die ebenfalls zu den Basisemotionen zählende Kategorie Überraschung/Schreck wird nur mit Hilfe der Videodarbietung induziert, da eine Umsetzung innerhalb der Imaginationsmethode für diese Emotion nicht möglich erscheint. Um möglichen Effekten des Aufforderungscharakters entgegenzuwirken, erfolgt in keiner Versuchsbedingung eine direkte Nennung der Zielemotion.

## II. Methoden

### 1. Versuchspersonen

An der experimentellen Untersuchung nahmen insgesamt 60 Vpn im Alter von 19 bis 36 Jahren teil ( $M=25,27$ ;  $SD=4,00$ ). Alle Vpn waren Studentinnen und Studenten der Bergischen Universität Wuppertal, die mit 20 Euro für die Teilnahme entlohnt wurden. Vor dem Termin der Experimentalsitzung fand ein Screening jeder Vp mit der RAS statt. Die Vpn wurden als Reducer klassifiziert bei einem Summenscore über 30, als Moderates bei einem Score von kleiner 30 und größer 20 und als Augmenter bei einem Score kleiner 20. Nach der Experimentalsitzung wurde die RAS erneut von allen Vpn bearbeitet. Die Klassifizierung durch das vorab erfolgte Screening wurde bei allen Vpn durch die zweite Erhebung bestätigt. Das Verhältnis des Persönlichkeitsmerkmals und des Geschlechts wurde ausbalanciert. Die sich aus der Kombination des Faktors Augmenting-Reducing und des Geschlechts ergebenden sechs Subgruppen bestanden somit aus jeweils zehn Vpn (siehe Tabelle 19).

Tabelle 19: Anzahl und Verteilung der Vpn auf die Substichproben.

	Reducer	Moderates	Augmenter	Total
Männlich	10	10	10	30
Weiblich	10	10	10	30
Total	20	20	20	60

### 2. Versuchsplan

Der Untersuchung lag ein quasi-experimenteller Ansatz zugrunde. Der vierfaktorielle Versuchsplan bestand aus den beiden Zwischensubjektfaktoren Geschlecht und dem Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing (dreistufig:

Augmenter, Moderates, Reducer) sowie dem zweistufigem Innersubjektfaktor Induktionsmethode (Video, Imagination) und dem sechsstufigem Innersubjektfaktor Emotion (Freude, Trauer, Ärger, Angst, Ekel, Neutral). Tabelle 20 gibt einen Überblick und eine Beschreibung der verwendeten Videosequenzen. Tabelle 21 gibt die verwendeten Imaginationstexte wieder.

Tabelle 20: Versuchsbedingungen der Video-basierten Emotionsinduktion.

Zielemotion	Film-Vorlage	Länge	Szenen-Beschreibung
Angst	Demme, J. (Regie) (1990). Das Schweigen der Lämmer. USA. Verleih: Columbia.	3:57	Eine Polizistin wird im Dunkeln von einem Serienmörder mit einem Nachtsichtgerät verfolgt. Letzterer ist bewaffnet und richtet die Pistole auf sie.
Trauer	Cameron, J. (Regie) (1997). Titanic. USA. Verleih: Twentieth Century Fox.	2:24	Nach einen Schiffsuntergang treiben ein Mann und eine Frau auf dem Ozean. Die Frau wird auf einem Stück Holz liegend über Wasser gehalten, während der Mann aufgrund der Kälte langsam ertrinkt.
Ärger	Hirschbiegel, O. (Regie) (2001). Das Experiment. Deutschland. Verleih: Senator.	1:53	Ein Gefängnisinsasse wird von einem Wärter vor den Augen seiner Mitgefangenen verspottet und sehr willkürlich unangemessen hart bestraft.
Freude	Reiner, R. (Regie) (1989). Harry und Sally. USA. Verleih: Castle Rock Entertainment.	2:45	In einem Café, einem Mann gegenüber sitzend, simuliert eine Frau einen Orgasmus.
Ekel	Boyle, D. (Director) (1995). Trainspotting. United Kingdom. Verleih: Prokino.	0:48	Ein Mann mit Durchfall betritt eine mit Fäkalien verreckte Toilette. Nach dem Verrichten seiner Notdurft greift er mit beiden Armen tief in die Toilette hinein.
Neutral	Wallace, T.C. (Regie) (1990). Es. USA. Verleih: Warner	0:30	Ein Mann steigt auf einer Waldstraße aus einem Taxi. Er geht in den Wald hinein, kniet an einem Bach nieder und nimmt einen Stein in die Hand.
Schreck	Donaldson, R. (Director) (1995). Species. USA. Verleih: MGM.	0:35	Ein Mann verlässt ein Gebäude durch den Hintereingang. Plötzlich und unerwartet taucht hinter einer Mülltonne ein Obdachloser auf, was dem Ersteren einen Schreck versetzt.

Tabelle 21: Versuchsbedingungen der Imaginations-basierten Emotionsinduktion.

Zielemotion	Imaginationstext
Angst	Sie sind nachts allein in einer gefährlichen Gegend unterwegs.
Trauer	Eine Person, die ihnen sehr nahe steht, verstirbt.
Ärger	Sie stehen im Stau und verpassen eine wichtige Verabredung.
Freude	Ihrem Gegenüber verrutscht das Toupet.
Ekel	Beim Genuss Ihrer Lieblingspeise entdecken Sie plötzlich ein Insekt auf ihrer Gabel.
Neutral	Sie werfen einen Stein in einen Bach.

### 3. Versuchsaufbau

Die Experimente fanden in einem ca. 9 m<sup>2</sup> großen schallisolierten, klimatisierten und elektrisch abgeschirmten Labor der Abteilung Physiologische Psychologie an der Universität Wuppertal statt. Über eine Gegensprechanlage war jederzeit eine wechselseitige Kontaktaufnahme zwischen Vp und VI möglich. Darüber hinaus bestand für den VI über eine im Labor angebrachte Kamera die Möglichkeit der visuellen Überwachung der Vpn.

Der Ablauf der Experimente wurde durch einen PC (Pentium III 800 MHz) gesteuert und vollautomatisch dargeboten. Die Videosequenzen waren in digitalisierter Form auf dem PC gespeichert, so dass ein Zugriff des Steuerprogramms auf diese im Rahmen eines permutierten Darbietungsplan möglich war. Die Vpn nahmen in einem gepolsterten Laborsessel Platz. Die Sitzposition der Vpn wurde so eingerichtet, dass es ihnen möglich war, das Experiment bequem durchzuführen und Körperbewegungen so weit wie möglich zu vermeiden.

In einem Abstand von ca. 3 m von der Sitzposition der Vpn befand sich eine Projektionsleinwand (1,5 m x 1,5 m). Die Darbietung sämtlicher Aufgaben und der Instruktionen erfolgte durch die Projektion eines an den Steuerrechner angeschlossenen Beamers (Firma: 3M; Typ: MP 7740i) auf die Leinwand. Wenn der Versuchsablauf eine Eingabe der Vp verlangte, wurde diese mit Hilfe einer, auf einem Tisch vor den Vpn liegenden, Tastatur (Cherry G 80-3000) gemacht. Die Projektion des Beamers auf die Leinwand war die einzige Lichtquelle in dem Labor während der Experimental-Phase. Die Registrierung der psychophysiologischen Daten erfolgte mittels eines 128-Kanal Aufzeichnungsgerätes der Firma Nihon Koden, Japan (Neurofax EEG-1100).

#### **4. Versuchsablauf**

Alle Versuche wurden in der Zeit zwischen 9.00 und 18.00 durch ein Team von zwei wechselnden Versuchsleitern durchgeführt.

##### **4.1 Präexperimental-Phase**

Nach der Begrüßung nahm die Vp im Laborvorraum Platz und wurde über die Art des Experiments und der Messungen unterrichtet, sowie darüber informiert, dass sie die Untersuchung jederzeit auf eigenen Wunsch abbrechen könne. Das Anlegen der EEG-Elektroden erfolgte gemäß dem standardisierten 10-20-System (Jasper, 1958). Dazu wurde eine EEG-Kappe (Easy-Cap) der Firma Falk-Minow (Deutschland) verwendet. Vor dem Anlegen der EEG-Kappe wurde die Kopfhaut der Versuchspersonen mit 75%-igem Alkohol abgerieben. Anschließend wurde die Strecke zwischen Nasion und Inion sowie zwischen den präaurikulären Punkten beider Kopfseiten bestimmt. Jeweils der exakte Mittelpunkt der beiden Messstrecken wurde zur Lokalisation der Position Cz verwendet, so dass alle Elektroden dem 10-20er System folgend positioniert werden konnten. Nach dem Anlegen der Kappe, die durch einen Kinnriemen gegen ein Verrutschen gesichert war, wurde die Kopfhaut unmittelbar unter jeder Elektrodenposition mit einem Wattestab, mit einer für diesen Zweck geeigneten abrasiven Paste (Epicont, GE Medical Systems), aufgeraut und noch einmal mit Alkohol gereinigt. Daran anschließend wurden alle Elektrodenöffnungen mit einer chloridfreien

Elektrodenpaste (Abralyst 2000, Falk Minow) gefüllt. Dazu wurden Spritzen mit abgerundetem Plastikopf verwendet. Anschließend wurden die Elektroden (Ag/AgCl) einzeln in die Öffnungen der Kappe eingeklickt und mittels einer Steckverbindung an das EEG-Aufzeichnungsgerät angeschlossen. Durch eine Kontrolle und gegebenenfalls einer Nachbehandlung wurde sichergestellt, dass der Übergangswiderstand jeder einzelnen Elektrode weniger als 5 k $\Omega$  betrug. Zusätzlich zu den EEG-Elektroden wurden vier mit Elektrodengel (Hellige) befüllte Elektrooculogramm (EOG) -Elektroden (Beckman Baby Elektroden [Ag/AgCl], 2 mm/11 mm) zur Kontrolle und späteren Korrektur von Augenartefakten angebracht, eine oberhalb des linken Auges, eine unterhalb des linken Auges sowie je eine Elektrode lateral am rechten und am linken Auge. Als elektrisch inaktive Referenzelektroden wurde auf jeder Hemisphäre eine Elektrode über den Mastoiden angebracht. Die Erdung der Vpn erfolgte über eine an der Stirn angebrachte Elektrode.

Zur Ableitung der EMG-Aktivität über den Gesichtsmuskel wurden Beckman Baby Elektroden (Ag/AgCl, 2 mm/11 mm) verwendet. Die entsprechenden Hautareale wurden mit 75%-igem Alkohol und einer abrasiven Paste (Epicont, GE Medical Systems) behandelt. Die Positionierung der Elektroden erfolgte nach Fridlund und Cacioppo (1986) über folgenden Gesichtsmuskel: (1) Zygomaticus Major, (2) Corrugator Supercilii, (3) Orbicularis Oculi, (4) Depressor Anguli Oris, (5) Levator Labii Superioris.

Die elektrodermale Aktivität (EDA) wurde mittels Napfelektroden (Ag/AgCl, 8 mm / 16 mm) aufgezeichnet, die thenar und hypothenar an der linken Handinnenfläche angebracht wurden und mit einer isotonischen Elektrodenpaste auf der Grundlage von Unibase befüllt waren.

Zur Ableitung des Elektrokardiogramms (EKG) wurde eine modifizierte Eindhoven 2-Ableitung verwendet, mit einer Platzierung der Elektroden (Napfelektroden [Ag/AgCl] 8 mm / 16 mm) oberhalb des rechten Schlüsselbeins und unterhalb des linken Rippenbogens. Als Elektrodencreme wurde EKG-Paste der Firma Hellige verwendet.

Zur Aufzeichnung des respiratorischen Zyklus wurde ein dehnungssensibler Messfühler (Atemgurt) um den Oberkörper der Vpn unterhalb des Brustkorbs mittels eines Klettverschlusses so angebracht, dass bei den Vpn keine unangenehme Druckempfindung hervorgerufen wurde.

Ein photoelektrischer Messfühlers zur Erfassung der peripheren Durchblutung, zur späteren Bestimmung der Pulsvolumenamplitude (PVA), wurde am oberen Glied des linken Zeigefingers angebracht.

Nach dem Anlegen und Überprüfen aller psychophysiologischen Messfühler auf korrekte Signalübermittlung wurden auf der Leinwand die folgenden, über den Ablauf des Experiments informierenden, Instruktionen dargeboten:

Herzlich Willkommen!

Ziel dieses Versuches ist es, den Zusammenhang zwischen subjektivem Emotionserleben und körperlichen Reaktionen zu bestimmen. Zur Emotionsinduktion werden zwei Techniken eingesetzt. Zum einen werden wir Sie bitten sich einige emotionshaltige Situationen vorzustellen, zum anderen werden Ihnen Filmausschnitte dargeboten. Um die einzelnen Emotionen besser voneinander abgrenzen zu können werden die Induktionen durch andere Aufgaben unterbrochen. Gerade Emotionsinduktionen sind von der Bereitschaft der Versuchsperson abhängig, sich auf diese Emotionen einzulassen. Wir möchten Sie daher bitten, den Versuch konsequent und gewissenhaft durchzuführen.

Nach jeder Emotionsinduktion sollen Sie Ihr subjektives Empfinden mit Hilfe von zwei Skalen einstufen. Diese werden Ihnen über die Leinwand dargeboten. Sie haben jetzt die Möglichkeit das Ausfüllen der Skalen zu üben.

Wie durch die Instruktionen angekündigt, wurden im Anschluss auf der Leinwand die auch in der Experimentalphase verwendeten Ratingskalen zur Erfassung der subjektiven Emotionskomponente dargeboten. Der VI erklärte, wie mit Hilfe der Tastatur die Angaben auf diesen Skalen zu machen seien. Nach dem die Vpn versichert hatten, sie wären genügend mit der Handhabung der Skalen sowie mit dem sie erwartendem Ablauf vertraut, verließ der VI den Raum mit dem, auch auf der Leinwand, sichtbarem Hinweis, dass der Start des Experiments durch Tastendruck der Vpn ausgelöst würde.

#### **4.2 Experimental-Phase**

Nach dem Starten der Experimentalphase durch Tastendruck der Vpn wurde folgende Instruktion dargeboten:

---

Der Versuch beginnt mit einer zwei minütigen Ruhemessung, sobald Sie die Leertaste betätigt haben. In dieser Zeit haben Sie keinerlei Aufgaben zu bewältigen. Bitte lassen Sie die Augen geöffnet und verhalten Sie sich möglichst ruhig. Nach Ablauf der zwei Minuten erhalten Sie weitere Anweisungen über den Bildschirm.

Weiter mit Leertaste.

Nach einer Ruhephase von zwei Minuten wurde die folgende Instruktion dargeboten:

Nun beginnt der eigentliche Versuch. Vor jeder neuen Aufgabe erhalten Sie weitere Informationen über den Bildschirm. Zur Ablaufsteuerung verwenden Sie bitte die Tastatur. Zum nächsten Versuchsabschnitt gelangen Sie jeweils durch Betätigen der Leertaste.

Weiter mit Leertaste.

Die Darbietung der Versuchsbedingungen erfolgte in permutierter Reihenfolge, wobei sichergestellt wurde, dass weder alle Video- noch alle Imaginationsbedingungen direkt aufeinander folgend dargeboten wurden. Die Videoinduktion der Emotion Schreck erfolgte immer an letzter Stelle um eventuelle Überhangeffekte zu vermeiden. Die Video-basierten Emotionsinduktionen wurden mit der Instruktion eingeleitet:

Bitte schauen Sie sich jetzt einen Filmausschnitt an.

Weiter mit Leertaste.

Die Imaginations-basierten Emotionsinduktionen wurden mit der Instruktion eingeleitet:

Nach Betätigung der Leertaste wird eine grobe Situationsbeschreibung auf dem Bildschirm erscheinen. Stellen Sie sich bitte vor, Sie würden selbst in dieser Situation sein. Versuchen Sie, mit der Situation verknüpfte Emotionen aufkommen zu lassen. Schließen Sie während der Vorstellung bitte die Augen. Wenn Sie glauben, die Situation und die damit verknüpften Emotionen gut vergegenwärtigt zu haben, drücken Sie bitte nochmals die Leertaste und versuchen Sie, die Vorstellung so lange wie möglich weiter aufrecht zu erhalten. Am Ende des Versuchsabschnitts hören Sie einen

Ton. Öffnen Sie dann bitte die Augen. Über den Bildschirm erhalten Sie weitere Anweisungen.

Weiter mit Leertaste.

Nach jeder Emotionsinduktion wurde das subjektive Erleben der Versuchssituation von den Vpn erst auf den kategorialen und danach auf den dimensional Skalen angegeben. Diese wurden mit der folgenden Instruktion eingeleitet:

Stufen Sie bitte auf den nächsten zwei Bildschirmseiten ihr Befinden ein. Uns interessiert, wie die gerade erlebte Versuchssituation auf Sie gewirkt hat. Darum sollten Ihre Einschätzungen den emotionalen Einfluss dieser Situation auf Sie widerspiegeln, nicht anderweitige Gefühle, zum Beispiel durch persönliche Probleme oder das Wetter hervorgerufene.

Menschen unterscheiden sich in ihrer Empfänglichkeit für Gefühle. Uns interessiert, welche Gefühle die Versuchssituation bei Ihnen hervorgerufen hat, nicht wie man sich in dieser Situation Ihrer Meinung nach fühlen sollte oder wie sich andere Ihrer Meinung nach in dieser Situation fühlen.

Von einer Einschätzungsskala zur nächsten gelangen Sie mit der Tabtaste. Zur Einstellung des Schiebers auf der Skala benutzen Sie die Pfeiltasten.

Weiter mit Leertaste.

Zwischen den unterschiedlichen Emotionsinduktionen erfolgten jeweils zwei divergente Aufgaben, die keinen emotionshaltigen Charakter hatten. Der Sinn dieser Aufgaben bestand darin, Überhang-Effekte von einer Emotionsinduktion auf die nächste zu vermeiden. Die erste dieser beiden divergenten Aufgabe war entweder die Darbietung eines neutralen Bildes (IAPS, Bildnummern: 7009, 7010, 7224, 7235), eine Tonzählaufgabe oder eine einfache Kopfrechenaufgabe. Jede dieser drei Aufgabenarten erfolgte im Verlauf des Gesamtexperiments vier mal. Die zweite divergente Aufgabe war immer die Darbietung eines Ausschnitts aus einem klassischen Musikstück (Handel: Wassermusik). Jede Divergente Aufgabe hatte die Zeitdauer von 30 Sekunden. Entsprechend der aus der Kreuzung der Induktionsmethoden mit den Emotionskategorien folgenden zwölf unterschiedlichen Versuchsbedingungen, wurden zwölf der eben beschriebenen Durchgänge (Emotionsinduktion, Subjektive Ratingskalen, Divergente Aufgabe 1 & 2) in permutierter Reihenfolge von jeder Vp durchlaufen. Am Ende erfolgte bei jeder Vp die Darbietung des Schreck-Videos, gefolgt von den beiden

Ratingskalen, wonach das Experiment beendet war. Abbildung 21 stellt den zeitlichen Ablauf eines der zwölf Durchgänge des Experimentes dar.

Abbildung 21: Ablauf eines Blockes der Experimentalphase.

Aufgabenart	Mögliche Alternativen	Zeitdauer
Emotionsinduktion	Videosequenz	0:30 – 3:57
	Imagination	min. 0:30 min.
Kategoriale Skala		variabel
Dimensionale Skala		variabel
Divergente Aufgabe 1	Neutrales Bild	0:30 min
	Kopfrechnen	0:30 min
	Töne zählen	0:30 min.
Divergente Aufgabe 2	Musikdarbietung	0:30 min.

#### 4.3 Postexperimental-Phase

Nach Beendigung der Experimentalsitzung wurde den Vpn Gelegenheit gegeben, sich das Elektrodengel aus den Haaren zu waschen. Danach füllte jede Vp eine Fragebogenbatterie aus, die folgende Fragebögen beinhaltete: Reducer-Augmenter Scale (RAS), Eysenck Personality Questionnaire (EPQ), Sensation Seeking Scale (SSS-V). Daraufhin wurden die Vpn bezahlt und verabschiedet.

## 5. Abhängige Variablen

### 5.1 Subjektive Skalierungen

Die Einschätzungen der subjektiv empfundenen Emotionsstärke wurden für jede Versuchsbedingung mit sieben dimensional und drei kategorialen Skala erfasst. Alle Skalen gaben eine siebenstufige Antwortdimension vor. Die kategorialen Antwortdimensionen waren mit einer Skalenbezeichnung von null („nicht

zutreffend“) bis sechs („völlig zutreffend“) versehen. Die Benennung der Skalen lautete: Ich empfand: (1) Furcht, (2) Trauer, (3) Ärger, (4) Freude, (5) Überraschung, (6) Ekel, (7) Ich habe mich erschreckt.

Die dimensionalen Skalen waren bipolar angeordnet und erstreckten sich symmetrisch um den Mittelpunkt null von -3 bis 3. Die Skalenbenennung und die zugehörige Skalenbezeichnung lauteten:

- Ich erlebte die Situation als unangenehm/angenehm  
[sehr unangenehm (-3) – neutral (0) – sehr angenehm (3)]
- Ich war angespannt/entspannt  
[sehr angespannt (-3) – neutral (0) – sehr entspannt (3)]
- Ich fühlte mich stark/schwach  
[Sehr stark (-3) – neutral (0) – sehr schwach (3)]

Die Quantifizierung der Datengrundlage der statistischen Auswertung wurde für alle Skalen durch eine Zuordnung der Skalenpositionen von links nach rechts durch Ganze Zahlen von eins bis sieben vorgenommen.

## 5.2 Psychophysiologische Daten

Der Bestimmung der psychophysiologischen Variablen lag jeweils die Datenaufzeichnung einer 30 Sekunden Messstrecke während einer Emotionsinduktion zugrunde. Innerhalb der Imaginationsbedingung signalisierte die Vp durch einen Tastendruck, dass sie die vorgegebene Situation und damit verbundene Gefühle gegenwärtig habe. Der Tastendruck der Vp startete die Aufzeichnung der psychophysiologischen Daten. Bei der Video-basierten Induktion erfolgte die Aufzeichnung der psychophysiologischen Daten jeweils während der letzten 30 Sekunden der Präsentation des Filmausschnitts.

**EEG.** Um Aussagen über die zentralphysiologische Aktivität während der emotionalen Verarbeitung zu ermöglichen, wurde die Differenz der Alpha-Aktivität zwischen zwei korrespondierenden Elektrodenpositionen der linken und rechten Hemisphäre im frontalem (F3-F4) und anterior-temporalem (T3-T4) Bereich (Tomarken, Davidson & Henriques, 1990) bestimmt. Eine verringerte Alpha-Aktivität dient hierbei als Indikator einer erhöhten kortikalen Aktivität. Negative

Werte in dieser Variablen zeigen somit eine höhere linksseitige Aktivierung, positive Werte eine stärker rechtsseitige Aktivierung an.

**Gesichtsmuskelaktivität.** Als Indikator der Ausdruckskomponente von Emotionen, beschränkt auf den mimischen Bereich, wurde die mittlere gleichgerichtete elektrische Aktivität der Gesichtsmuskeln Corrugator Supercilli, Orbicularis Oculi, Levator Labii Superioris, Depressor Anguli Oris und Zygomaticus Major verwendet

**Peripherphysiologische Messungen.** Die peripherphysiologische Reaktivität wurde durch folgende Variablen indiziert: Modulationswert der Pulsvolumenamplitude (PVA), die mittlere Herzrate in Schlägen pro Minute (Beats per minute [BPM]), Standardabweichung und Mittleres Quadrat sukzessiver Differenzen (MQSD) der aus den Inter-Beat-Intervallen (IBI) interpolierten Herzratenwerten, die Anzahl der Atemzüge, die Anzahl und Summenamplitude der elektrodermalen Reaktionen (EDR).

## 6. Biosignaltechnik und Parametrisierung

Die Aufzeichnung aller Signale erfolgte mit einer Abtastrate von 1000 Hz unter Verwendung eines 50 Hz Notch-Filters. Eine Zusammenfassung der weiteren Variablen-typischen Filtercharakteristika ist Tabelle 22 zu entnehmen.

Tabelle 22: Filtercharakteristika der psychophysiologischen Ableitungen.

	Zeitkonstante	Tiefpassfilter
EEG	0,1 sec.	70 Hz
EKG	0,1 sec.	30 Hz
EMG	0,01 sec.	500 Hz
EDA	5 sec.	5 Hz
PVA	5 sec.	10 Hz
Atmung	5 sec.	5 Hz

**Elektrodermale Aktivität.** Die Messung erfolgte nach dem Konstantspannungsverfahren (0,5 V) mittels eines Kopplers, der von Dr. F. Schaefer entwickelt wurde. Zur Parameterbestimmung erfolgte als erstes die Ermittlung der gültigen Hautleitfähigkeitsreaktionen (elektrodermalen Reaktionen, EDRs). Eine Änderung der Hautleitfähigkeit wurde dann als EDR gewertet, wenn sie eine Amplitude von mindestens 0,02  $\mu$ S besaß. Aus den erkannten EDRs wurden im Anschluss die Anzahl der EDRs pro Messstrecke und die summierte Amplitude aller EDRs pro Messstrecke (Summenamplitude) bestimmt.

**Kardiovaskuläre Aktivität.** Aus der Darstellung der elektrischen Herzaktivität wurden in einem ersten Schritt die R-Zacken extrahiert. Die Abstände der R-Zacken wurden zur Ermittlung der IBIs verwendet. Für jedes IBI wurde anschließend ein Herzfrequenzwert (beats per minute, BPM), interpoliert. Diese BPM-Werte wurden zur mittleren Herzrate pro Messstrecke zusammengefasst. Zusätzlich wurde die Standardabweichung (SD) und das mittlere Quadrat sukzessiver Differenzen (MQSD) der BPM-Werte pro Messstrecke bestimmt:

**Pulsvolumenamplitude (PVA).** Bestimmt wurde ein Modulationswert der Puls-Volumen-Amplituden innerhalb einer Messstrecke durch Division des Mittelwertes aller Amplituden durch deren Streuung.

**Respiration.** Aus der dehnungssensiblen Aufzeichnung des Atemgurtes wurde über die Weitung des Brustkorbs die Anzahl der Atemzüge pro Messstrecke bestimmt.

**Elektromyographische Aktivität (EMG).** Durch Gleichrichtung und Integration der EMG-Signale wurde die mittlere Aktivität pro Zeiteinheit (Flächenintegral) bestimmt.

**EEG.** Die Auswertung des EEG wurde mit den Programmen „EEG Focus“ (Version 2.1) und „Brain Vision“ der Firma Brain Products (Deutschland) durchgeführt. Nachdem die relevanten Messstrecken aus dem Gesamt EEG mit Hilfe des Programms EEG Focus ausgeschnitten worden waren, erfolgte ein Export der Daten in das Programm Vision Analyser. Alle weiteren

Auswertungsschritte erfolgten in diesem Programm. Für alle EEG Signale erfolgte eine EOG-Korrektur auf der Grundlage der aufgezeichneten horizontalen und vertikalen Augenbewegungen mit Hilfe des Verfahrens nach Gratton und Coles (Gratton, Coles & Donchin, 1983). Bestimmt wurde mit Hilfe einer Fast-Fourier Transformation die relative Leistung im Alpha-Band (8-13 Hz) für die Positionen C3, C4, P3, P4, T3, T4, F3 und F4. Hierfür erfolgte eine Einteilung der Gesamtzeitstrecken in Segmente von 2 sec. mit einem Overlap von 75 %. Anschließend wurde die Differenz der Alpha-Aktivität zwischen korrespondierenden Elektroden der rechten und linken Hemisphäre bestimmt (C3-C4, P3-P4, T3-T4 und F3-F4).

## 7. Statistische Datenanalyse

Sämtliches Zahlenmaterial wird mit maximal drei Nachkommastellen angegeben. Bei der Darstellung der Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und Korrelationen ( $r$ ) wird statt des Kommas ein Punkt als Dezimaltrennzeichen verwendet. Bei Mittelwerten ( $M$ ) und Standardabweichungen ( $SD$ ) wird ein Komma verwendet. Das Signifikanzniveau wird einheitlich auf  $p \leq .05$  festgelegt. Als hochsignifikant gelten Ergebnisse ab einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p \leq .01$ , bis zu einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p \leq .1$  werden Ergebnisse als tendenziell signifikant bezeichnet. Wenn nicht anders vermerkt, werden zweiseitige Irrtumswahrscheinlichkeiten angegeben. Im Falle von Messwiederholungsanalysen werden nach Greenhouse-Geisser korrigierte  $\epsilon$ -Werte angegeben. Alle Datenanalysen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS für Windows (Version 11.0) durchgeführt.

### III. Ergebnisse

#### 1. Alter

Eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den beiden Zwischensubjektfaktoren A-R und Geschlecht berechnet an den Altersangaben der Vpn erbrachte für den Faktor A-R keinen signifikanten Effekt ( $F(2/54)=1,742$ ;  $p=.185$ ). Für den Faktor Geschlecht zeigte sich hingegen ein signifikanter Effekt ( $F(1/54)=5,453$ ;  $p=.023$ ). Eine Interaktion der Faktoren A-R und Geschlecht lag nicht vor ( $F(2/54)=1,989$ ;  $p=.147$ ). Deskriptive Darstellungen der Altersangaben sind den Tabellen 23 und 24 sowie der Abbildung 22 zu entnehmen.

Tabelle 23: Durchschnittliches Alter der Substichproben. Werte in Klammern geben die Standardabweichung an.

	Reducer	Moderates	Augmenter	Total
Männlich	24,50 (3,34)	27,40 (3,86)	27,30 (4,21)	26,40 (3,93)
Weiblich	24,20 (2,29)	22,50 (3,06)	25,70 (5,12)	24,13 (3,80)
Total	24,35 (2,79)	24,95 (4,22)	26,50 (4,63)	25,26 (4,00)

Tabelle 24: Spannweite der Altersangaben (minimaler und maximaler Alterswert).

Reducer	Moderates	Augmenter	Männliche Vpn	Weibliche Vpn
20-31	19-33	20-36	20-33	19-36

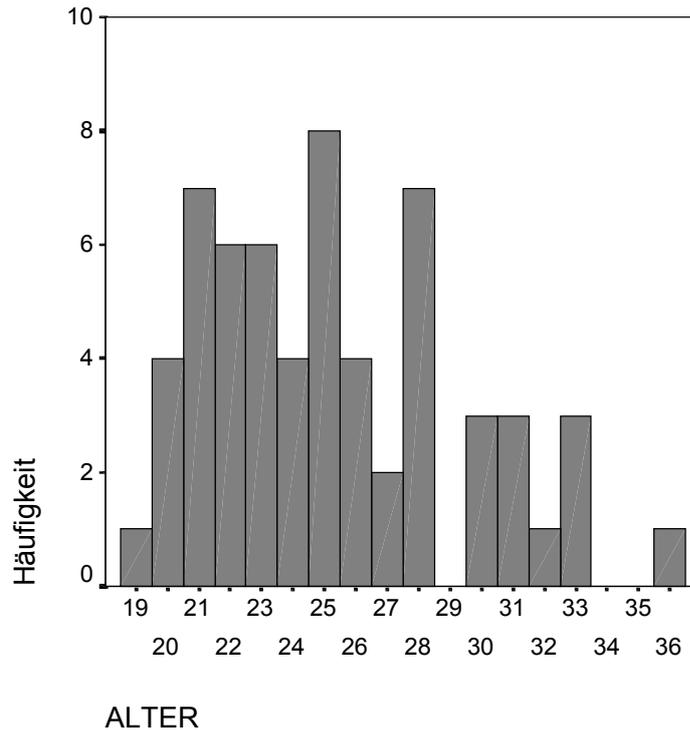


Abbildung 22: Häufigkeiten der Altersangaben der Gesamtstichprobe (N=60).

## 2. RAS-Punktwerte

Eine zweifaktorielle Varianzanalyse der RAS-Punktwerte erbrachte für den Faktor A-R einen hochsignifikanten Effekt ( $F(2/54)=161,381$ ;  $p<.001$ ). Paarweise Post-hoc-Vergleiche mittels Scheffe-Tests zeigten hochsignifikante ( $p<.001$ ) Unterschiede für jeden paarweisen Vergleich. Für den Faktor Geschlecht zeigte sich kein Effekt ( $F(1/54)=1,775$ ;  $p=.188$ ). Eine Interaktion der Faktoren Augmenting-Reducing und Geschlecht lag nicht vor ( $F(2/54)=0,345$ ;  $p=.710$ ). Eine deskriptive Darstellung der RAS-Punktwerte ist Tabelle 25 zu entnehmen.

Tabelle 25: Durchschnittliche RAS-Punktwerte in den Substichproben (SD).

	Reducer	Moderates	Augmenter	Total
Männlich	36,20 (5,07)	25,90 (3,28)	15,80 (3,61)	25,96 (9,33)
Weiblich	34,80 (2,48)	23,90 (2,68)	15,60 (3,16)	24,76 (8,43)
Total	35,50 (3,95)	24,90 (3,09)	15,70 (3,31)	25,36 (8,84)

### 3. Psychometrisch erfasste Persönlichkeitsmerkmale

Zwischen den Skalen aller von den Versuchspersonen bearbeiteten Persönlichkeitsfragebögen (RAS, EPQ, SSS) wurden Pearson'sche Korrelationskoeffizienten berechnet und zweiseitig auf Signifikanz geprüft. Aufgrund fehlender Daten beruht die Berechnung auf einer Stichprobengröße von N= 54 Die komplette Korrelationsmatrix ist in Tabelle 26 dargestellt.

Tab. 26: Korrelationsmatrix der psychometrisch erfassten Persönlichkeitsmerkmale (\*:  $p < .05$ ; \*\*:  $p < .01$ ).

	E	N	P	SS	TAS	ES	DIS	BS	L
RAS	.559**	-.003	.337*	.603**	.391**	.296*	.420**	.538**	-.111
E		-.145	-.008	.424**	.121	.265	.401**	.341*	-.127
N			-.051	-.086	-.162	-.033	.067	-.122	.072
P				.281*	.043	.228	.284*	.396**	-.106
SS					.550*	.582**	.780**	.552**	-.309*
TAS						.022	.115	.180	-.412**
ES							.428**	.076	-.254
DIS								.327*	-.134
BS									-.048

RAS: Reducing-Augmenting Scale

**Eysenck-Personality-Questionnaire** (Kurzform): E: Extraversion; N: Neurotizismus;

P: Psychotizismus; L: Lügen-Skala

**Sensation Seeking Scale**: SS: Gesamtscore; TAS: Thrill and Adventure Seeking; ES: Experience Seeking; DIS: Disinhibition; BS: Boredom Susceptibility;

## 4. Subjektive Reaktionen

### 4.1 Kategoriale Skalierung I: Einschätzungen der Zieleemotionen

Die subjektiven Einschätzungen der Zieleemotionen auf den kategorialen Skalen gingen in eine vierfaktorielle Messwiederholungsvarianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren Geschlecht und Augmenting-Reducing (drei-stufig: Augmenter, Moderates, Reducer) und den Innersubjektfaktoren Induktionsart (zweistufig: Videodarbietung, Imagination) und Emotion (fünfstufig: Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger) ein.

Der Faktor Augmenting-Reducing zeigte hierbei einen signifikanten Effekt ( $F(2/54) = 4,749$ ;  $p = .013$ ). Einzelvergleiche nach Scheffe zeigten, dass Moderates sich signifikant von Augmentern ( $p = .046$ ) und Reducern ( $p = .028$ ) unterschieden. Abbildung 23 stellt die Mittelwerte für die drei Faktorstufen des Persönlichkeitsmerkmals dar.

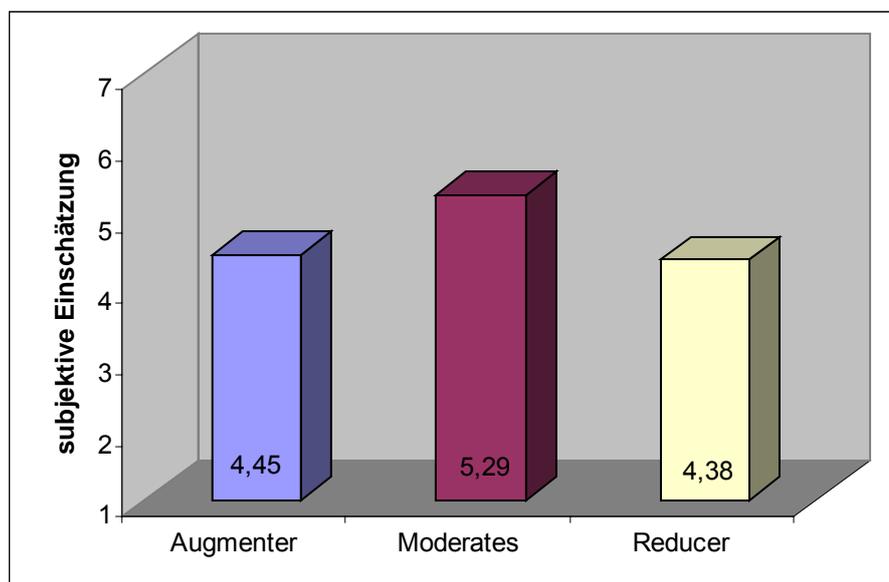


Abbildung 23: Einschätzungen der Zieleemotionen für Augmenter, Moderates und Reducer, gemittelt über beide Induktionsmethoden für die Bedingungen Angst, Ärger, Freude, Trauer, Ekel.

Weiterhin ergaben sich signifikante Haupteffekte für die Faktoren Emotion ( $F(3,387/182,88)=10,578$ ;  $p<.001$ ) und Geschlecht ( $F(1/54)=16,805$ ;  $p<.001$ ). Die männlichen Vpn zeigten geringere Werte ( $M=4,15$ ) als die weiblichen ( $M=5,25$ ). Die Mittelwerte der fünf Emotionen betragen (in ansteigender Reihenfolge):  $M_{\text{Angst}}=4,01$ ;  $M_{\text{Freude}}=4,44$ ;  $M_{\text{Ärger}}=4,85$ ;  $M_{\text{Trauer}}=5,09$  und  $M_{\text{Ekel}}=5,14$ . In paarweisen Post-hoc-Vergleichen konnten bedeutsame Differenzen zwischen folgenden Bedingungen lokalisiert werden: Angst unterschied sich hochsignifikant von Ärger, Trauer und Ekel ( $p<.001$ ). Freude unterschied sich signifikant von Trauer ( $p=.047$ ). Ein tendenziell signifikanter Unterschied bestand zwischen Freude und Ekel ( $p=.077$ ).

Als signifikant erwies sich weiterhin die zweifach Interaktion Methode x Emotion ( $F(3,554/191,898)=13,544$ ,  $p<.001$ ). Abbildung 24 veranschaulicht die spezifisch für einzelne Emotionen, höhere subjektiv wahrgenommene Emotionsintensität unter jeweils einer der beiden Induktionsmethoden.

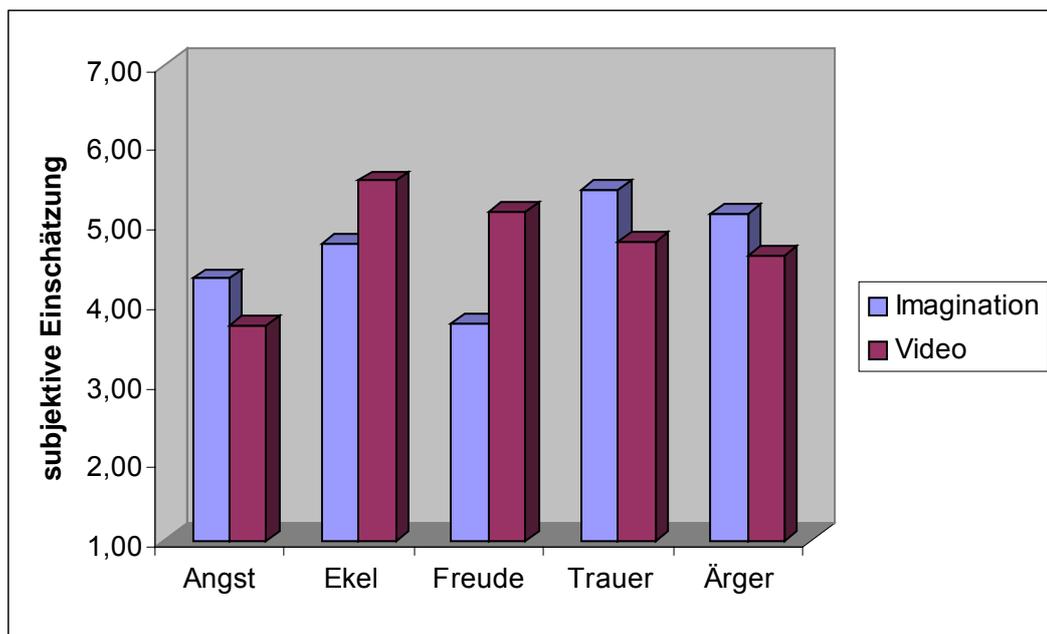


Abbildung 24: Gesamtstichprobemittelwerte ( $N=60$ ) der subjektiven Einschätzungen der Zielemotionen innerhalb der beiden Induktionsmethoden.

Als tendenziell signifikant erwies sich außerdem die dreifach Interaktion Augmenting-Reducing x Geschlecht x Induktionsart ( $F(2/54)=2,999$ ;  $p=.058$ ). Zur genaueren Erklärung dieser Interaktion wurden vier separate Varianzanalysen mit

dem Innersubjektfaktor Emotion (fünf-stufig: Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger) und dem Zwischensubjektfaktor A-R (dreistufig: Augmenter, Reducer, Moderates), jeweils sowohl nach Induktionsmethode als auch nach Geschlechtsgruppe separiert, berechnet (1. Analyse: Männliche Vpn/Videodarbietung; 2. Analyse: Weibliche Vpn/Imaginationsmethode; 3. Analyse: Männliche Vpn/Imaginationsmethode; 4. Analyse: Weibliche Vpn/Videodarbietung). Bezogen auf den Faktor A-R zeigten sich signifikante Unterschiede nur innerhalb der männlichen Vpn-Gruppe unter der Imaginationsbedingung zwischen Moderates und Reducern ( $p=.012$ ). Tendenziell unterschieden sich Moderates und Reducer ( $p=.058$ ) innerhalb der männlichen Vpn-Gruppe unter den Video-Bedingungen. Die Abbildung 25 stellt diesen Effekt dar.

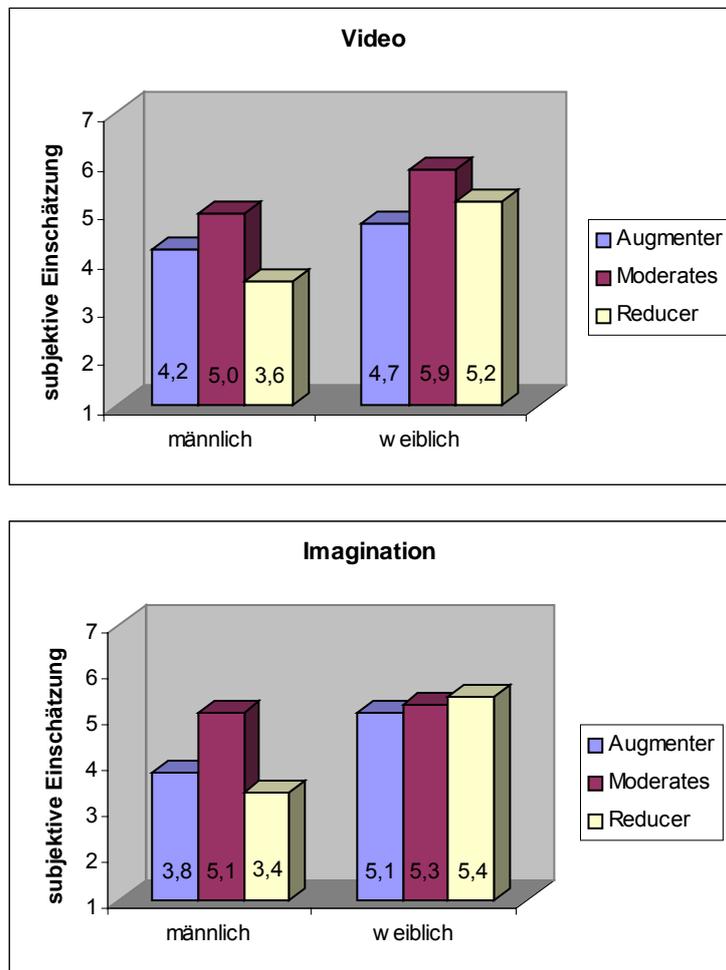


Abbildung 25: Ratings der Zielemotion, gemittelt über die Bedingungen Angst, Ärger, Freude, Trauer und Ekel getrennt nach Geschlechtsgruppen, Stufen des Merkmals Augmenting-Reducing und Induktionstechniken.

## 4.2 Kategoriale Skalierung II: Manipulation Check und globale Emotionseinschätzung

Zur Überprüfung, ob die verwendeten Emotionsinduktionen erfolgreich nach dem Kriterium der Selektivität die gewünschten Zieleemotionen induzierten, wurden, für jede der durch Video und Imagination induzierten Emotionen Trauer, Ärger, Angst, Freude und Ekel separat, die Einschätzungen aller kategorialer Skalen miteinander verglichen. Hierbei sollten erwartungsgemäß die Einschätzungen der Zieleemotionen, über die Gesamtstichprobe, signifikant größer sein als die Einschätzungen der Nicht-Zieleemotionen. Zusätzlich wurden in dieser Analyse die Faktoren A-R und Geschlecht berücksichtigt, um so Aussagen über globale (nicht alleinig auf die Zieleemotion bezogene) Effekte der Versuchsgruppen auf die subjektiven Einschätzungen zu ermöglichen. Die Auswertung umfasste somit für 10 Versuchsbedingungen (2 Methoden x 5 Emotionen) jeweils eine drei-faktorielle Messwiederholungsvarianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren Geschlecht und Augmenting-Reducing (dreistufig: Augmenter, Moderates, Reducer) und dem Innersubjektfaktor Antwortskala (siebenstufig: Furcht, Trauer, Ärger, Freude, Überraschung, Ekel, Schreck).

In allen Bedingungen zeigte der Faktor Antwortskala einen hochsignifikanten Effekt ( $p < .001$ ). In der Bedingung Imagination-Freude unterschieden sich die Ratings der Skalen „Freude“ und „Überraschung“ in paarweisen post-hoc Vergleichen (Bonferroni) nicht voneinander ( $p > .1$ ). Mit dieser Ausnahme zeigten sich in allen anderen paarweisen Post-hoc-Vergleichen die Einschätzungen der Zieleemotionen als hochsignifikant ( $p < .001$ ) größer im Vergleich zu den Einschätzungen der Nicht-Zieleemotionen.

Bei der folgenden Darstellung der Zwischensubjekteffekte wird aus Gründen der Übersichtlichkeit auf den Faktor Geschlecht nur Bezug genommen, soweit dieser eine Interaktion mit dem Faktor A-R aufweist. In der Bedingung Imagination Angst zeigte sich eine signifikante Interaktion Antwortskala x AR ( $F(9,390/253,543)=2,112$ ;  $p=.027$ ). Zur Aufklärung dieser Interaktion wurde für jede Skala eine Varianzanalyse mit dem dreistufigen Faktor A-R durchgeführt, von denen keine ein signifikantes Ergebnis erbrachte. Erst die zusätzliche Berücksichtigung des Faktors Geschlecht innerhalb dieser Analyse bewirkte, dass für die Skala Furcht ein tendenziell signifikanter Effekt des Faktors A-R zu

beobachten war ( $F(2/54)=2,912$ ;  $p=.063$ ). Post-hoc-Vergleiche zeigten einen tendenziellen Unterschied zwischen Moderates und Reducern ( $p=.063$ ;  $M_{Mod.}=4,85$ ;  $M_{Red.}=3,75$ ). Zur Aufklärung der in der Bedingung Imagination Ekel aufgetretenen dreifach Interaktion Antwortskala x AR x Geschlecht ( $F(8,590/231,917)=2,172$ ;  $p=.027$ ) wurde für jede Skala eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den beiden Zwischensubjektfaktoren A-R und Geschlecht berechnet. Als signifikant erwies sich die Interaktion der Faktoren A-R x Geschlecht für die Skala „Ekel“ ( $F(2/54)=3,487$ ;  $p=.038$ ) sowie für die Skala „Schreck“ ( $F(2/54)=4,738$ ;  $p=.013$ ). Wie aus der Abbildung 26 ersichtlich ist, zeigten männliche Reducer die geringsten Einschätzungen auf den Skalen „Ekel“ und „Schreck“, während weibliche Reducer die höchsten Einschätzungen auf diesen Skalen zeigten.

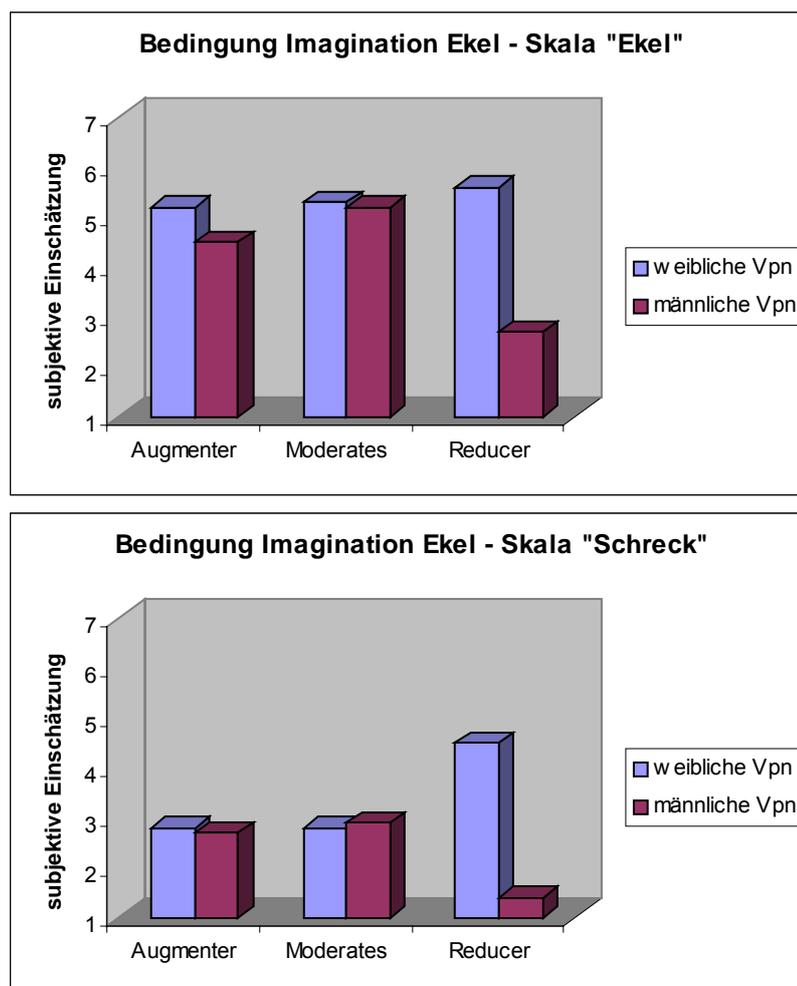


Abbildung 26: Subjektive Ratings der Skalen „Ekel“ und „Schreck“ in der Bedingung Imagination Ekel, getrennt für die Stufen des Merkmals Augmenting-Reducing und die Geschlechtsgruppen .

Die Bedingung **Imagination Trauer** enthielt einen Haupteffekt des Faktors A-R ( $F(2/54)=3,530$ ;  $p=.036$ ). Post-hoc-Tests belegten eine signifikante Differenz zwischen Moderates und Reducern ( $p=.041$ ;  $M_{\text{Mod.}}=2,87$ ;  $M_{\text{Red.}}=2,16$ ). Zur Aufklärung der ebenfalls in dieser Bedingung signifikanten Interaktionen Antwortskala x AR ( $F(8,798/237,533)=1,941$ ;  $p=.049$ ) und Antwortskala x Geschlecht x AR ( $F(8,798/237,533)=3,116$ ;  $p=.002$ ), wurde für jede Skala eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den beiden Zwischensubjektfaktoren A-R und Geschlecht berechnet. Ein signifikanter Effekt des Faktors A-R zeigte sich für die Skala „Ärger“ ( $F(2/54)=6,115$ ;  $p=.004$ ). Post-hoc-Tests zeigten signifikante Unterschiede zwischen Moderates und Reducern ( $p=.007$ ) sowie zwischen Moderates und Augmentern ( $p=.040$ ). Die Mittelwerte für die drei Gruppen betragen:  $M_{\text{Mod.}}=3,5$ ;  $M_{\text{Red.}}=1,85$ ;  $M_{\text{Aug.}}=2,2$ . Weiterhin zeigte die Skala „Freude“ einen tendenziell signifikanten Effekt des Faktors A-R ( $F(2/54)=3,128$ ;  $p=.052$ ;  $M_{\text{Red.}}=1$ ;  $M_{\text{Mod.}}=1$ ;  $M_{\text{Aug.}}=1,35$ ). In den paarweisen Vergleichen konnte jedoch keine signifikante Differenz zwischen den Vpn-Gruppen beobachtet werden. Weiterhin zeigte sich die Interaktion A-R x Geschlecht signifikant für die Skala „Ärger“ ( $F(2/54)=6,317$ ;  $p=.003$ ). Tendenzuell signifikant zeigte sich die Interaktion A-R x Geschlecht für die Skala „Trauer“ ( $F(2/54)=3,118$ ,  $p=.052$ ) sowie für die Skala „Freude“ ( $F(2/54)=3,128$ ;  $p=.052$ ). Sowohl der Haupteffekt des Faktors A-R als auch die Zweifachinteraktion A-R x Geschlecht bei der Skala „Freude“, wurden durch drei Vpn innerhalb der Gruppe der männlichen Augmenter verursacht, die als einzige Vpn nicht den niedrigsten Skalenwert wählten. Wie der Abbildung 27 zu entnehmen ist, zeigten für die Skala „Trauer“ erneut die weiblichen Reducer die höchsten und die männlichen Reducer die geringsten Einschätzungen. Auf der Skala „Ärger“ zeigten die männlichen Moderates die höchsten Einschätzungen.

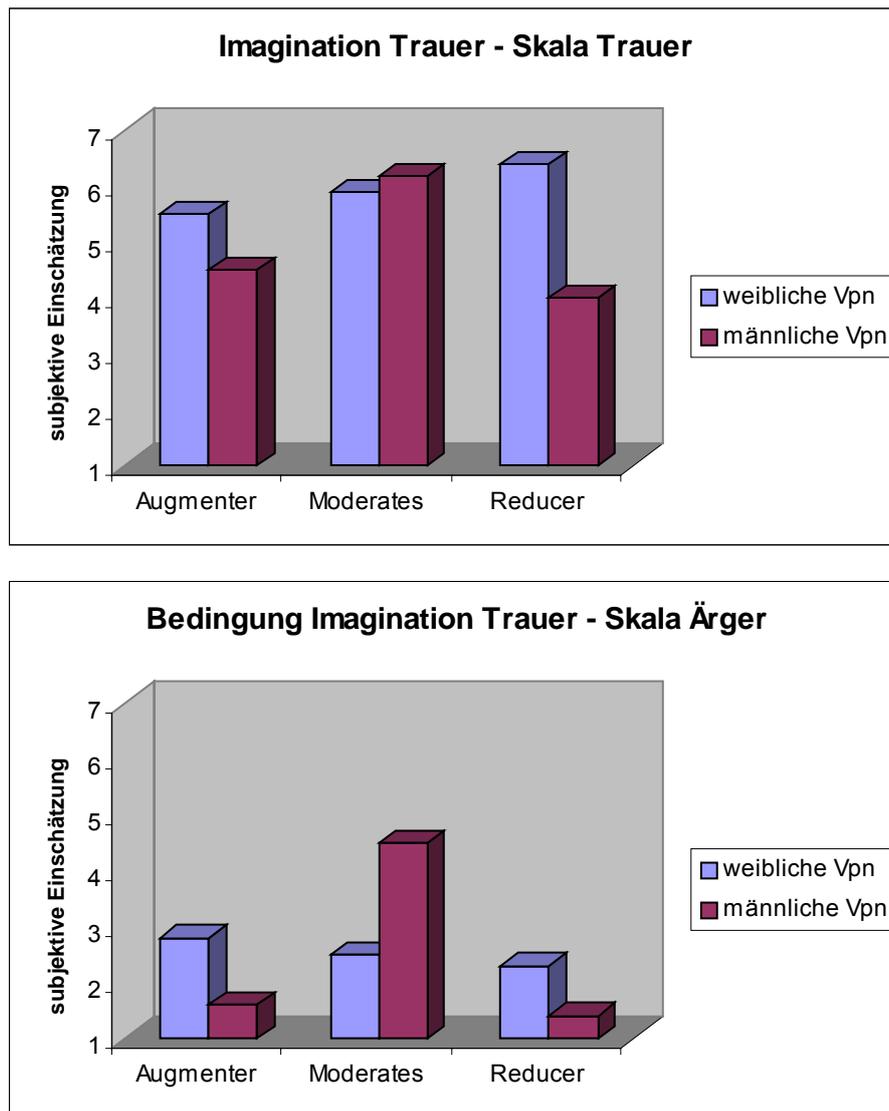


Abbildung 27: Subjektive Ratings der Skalen „Trauer“ und „Ärger“ in der Bedingung Imagination Trauer, getrennt für die Stufen des Merkmals Augmenting-Reducing und die Geschlechtsgruppen.

In der Bedingung **Video Angst** zeigte sich die zweifach Interaktion Antwortskala x A-R als tendenziell signifikant ( $F(9,202/248,444)=1,832$ ;  $p=.062$ ) und die dreifach Interaktion Antwortskala x AR x Geschlecht ( $F(9,202/248,444)=2,266$ ;  $p=.018$ ) als signifikant. Die hierauf an jeder Skala durchgeführten Varianzanalysen mit den Zwischensubjektfaktoren A-R und Geschlecht erbrachten einen Haupteffekt des Faktors A-R für die Skala „Schreck“ ( $F(2/54)=5,382$ ;  $p=.007$ ). Paarweise Post-hoc-Tests zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Moderates und den Reducern ( $p=.018$ ) sowie zwischen den Moderates und den Augmentern ( $p=.03$ ).

Die Gruppenmittelwerte betragen:  $M_{Mod.}=3,4$ ;  $M_{Red.}=1,95$ ;  $M_{Aug.}=2,05$ . Weiterhin zeigte sich für die Skala „Schreck“ die Interaktion A-R x Geschlecht signifikant ( $F(2/54)=4,945$ ;  $p=.011$ ). Für die Skala „Ekel“ erwies sich die Interaktion A-R x Geschlecht als tendenziell signifikant ( $F(2/54)=3,119$ ;  $p=.052$ ). Wie der Abbildung 28 zu entnehmen ist, zeigten auf der Skala „Ekel“ erneut die weiblichen Reducer die höchsten und die männlichen Reducer die geringsten Einschätzungen. Auf der Skala „Schreck“ zeigten die weiblichen Moderates die höchsten Einschätzungen.

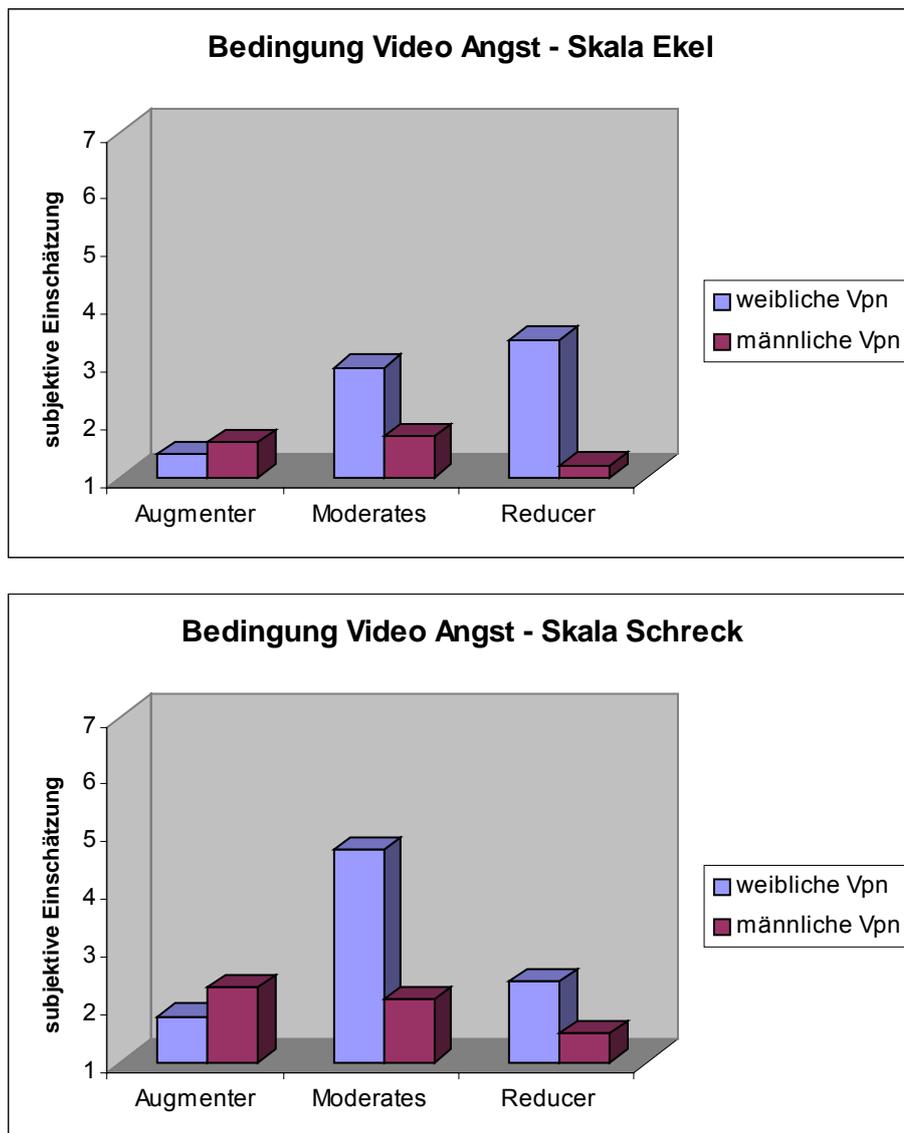


Abbildung 28: Subjektive Einschätzungen auf den Skalen „Ekel“ und „Schreck“ in der Bedingung Video Angst, getrennt für die Stufen des Merkmals Augmenting-Reducing und die Geschlechtsgruppen.

In der Bedingung **Video Ekel** zeigte sich ein Haupteffekt des Faktors A-R ( $F(2/54)=5,438$ ;  $p=.007$ ). Post-hoc-Tests zeigten signifikante Unterschiede zwischen Moderates und Reducern ( $p=.010$ ) und tendenziell signifikante Unterschiede zwischen Moderates und Augmentern ( $p=.076$ ). Die Mittelwerte der drei Gruppen betragen:  $M_{Mod}=2,5$ ;  $M_{Red}=1,97$ ;  $M_{Aug}=2,12$ . Weiterhin erwies sich die Interaktion Antwortskala x AR als signifikant ( $F(6,812/183,929)=2,130$ ;  $p=.044$ ). Hierzu für jede Skala separat durchgeführte Varianzanalysen mit dem Zwischensubjektfaktor A-R erbrachten einen signifikanten Effekt des Faktors A-R für die Skala „Ekel“ ( $F(2/57)=5,571$ ;  $p=.006$ ). Post hoc durchgeführte Einzelvergleiche zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Moderates und Reducern ( $p=.023$ ) sowie zwischen den Moderates und Augmentern ( $p=.018$ ). Die Mittelwerte betragen:  $M_{Mod}=6,65$ ;  $M_{Red}=5,0$ ;  $M_{Aug}=4,95$ . Für die Skala „Überraschung“ lag ein tendenziell signifikanter Effekt ( $F(2/57)=2,499$ ;  $p=.091$ ) des Faktors A-R vor, der sich in Post-hoc-Tests durch tendenzielle Unterschiede zwischen Moderates und Reducern zeigte ( $p=.091$ ;  $M_{Mod}=2,7$ ;  $M_{Red}=1,55$ ). Der tendenziell signifikante Effekt innerhalb der Skala „Ärger“ ( $F(2/57)=2,894$ ;  $p=.064$ ) konnte post hoc ebenfalls auf einen tendenziellen Unterschied zwischen Moderates und Reducern ( $p=.087$ ;  $M_{Mod}=2,35$ ;  $M_{Red}=1,25$ ) zurückgeführt werden.

Der in der Bedingung **Video Ärger** tendenzielle Effekt des Faktors A-R ( $F(2/54)=2,473$ ;  $p=.094$ ) konnte auf einen signifikanten Effekt innerhalb der Skala „Furcht“ ( $F(2/57)=4,926$ ;  $p=.011$ ) zurückgeführt werden. Post-hoc-Vergleiche zeigten eine signifikante Differenz zwischen Moderates und Reducern ( $p=.011$ ;  $M_{Mod}=3,20$ ;  $M_{Red}=1,80$ ).

#### 4.3 Kategoriale Skalierung III: Einschätzungen in den neutralen Situationen

Zur Überprüfung des emotionalen Gehaltes der neutralen Bedingungen beider Induktionsmethoden wurden die Einschätzungen auf allen kategorialen Skalen während der beiden neutralen Bedingungen mittels T-Tests auf eine bedeutsame Abweichung vom geringsten Skalenwert (eins) getestet. Trotz der überwiegend sehr geringen Mittelwerte zeigte sich bei der Mehrzahl der Skalen in beiden Bedingungen eine signifikante Abweichung vom geringsten Skalenwert (Tabelle 27).

Tabelle 27: Mittlere Einschätzungen der dimensionalen Skalen in den beiden neutralen Bedingungen.

	Imagination	Video
Furcht	1,20+	1,80**
Trauer	1,28*	1,17+
Ärger	1,22*	1,37*
Freude	3,72**	1,95**
Überraschung	1,45**	2,67**
Ekel	1,02	1,18+
Schreck	1,07	1,20*

Abweichung von 1 signifikant: \*\* ( $p < .01$ ), \* ( $p < .05$ ), + ( $p < .10$ )

Zur Analyse der Zwischensubjekteffekte gingen die subjektiven Bewertungen auf den sieben kategorialen Skalen für die beiden neutralen Bedingungen in eine multivariate Varianzanalyse mit den beiden Faktoren A-R (dreistufig) und Geschlecht ein.

Hierbei zeigte der Faktor A-R einen multivariaten Effekt ( $F(14/41)=1,619$ ;  $p=.047$ ). Univariat konnte ein signifikanter Effekt für die Skala „Schreck“ innerhalb der Video-Bedingung beobachtet werden ( $F(2/54)=3,646$ ;  $p=.033$ ). Post hoc zeigten sich tendenziell signifikante Differenzen zwischen Augmentern und Moderates ( $p=.059$ ) sowie zwischen Reducern und Augmentern ( $p=.095$ ). Die Gruppenmittelwerte betragen:  $M_{\text{Red.}}=1,05$ ;  $M_{\text{Mod.}}=1,00$ ;  $M_{\text{Aug.}}=1,55$ . Ein tendenziell signifikanter Effekt zeigte sich für die Skala „Furcht“ innerhalb der Video-Bedingung ( $F(2/54)=2,724$ ;  $p=.075$ ). Post hoc zeigten sich jedoch keine signifikanten oder tendenziell signifikanten paarweisen Differenzen. Die Mittelwerte der drei Gruppen betragen:  $M_{\text{Red.}}=1,50$ ;  $M_{\text{Mod.}}=1,55$ ;  $M_{\text{Aug.}}=2,35$ .

#### 4.4 Dimensionale Skalierung

Für die drei dimensional Skalen „Valenz“, „Erregung“ und „Dominanz“ wurden jeweils vierfaktorielle Messwiederholungsvarianzanalysen mit den Zwischensubjektfaktoren Geschlecht (zwei-stufig) und Augmenting-Reducing (drei-stufig: Augmenter, Moderates, Reducer) und den Innersubjektfaktoren

Induktionsart (zwei-stufig: Videodarbietung, Imagination) und Emotion (sechsstufig: Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger, Neutral) berechnet.

#### 4.4.1 Valenz (unangenehm – angenehm)

Einen signifikanten Effekt zeigte der Faktor Geschlecht ( $F(1/54)=13,813$ ;  $p<.001$ ). Männliche Vpn gaben an, die Situationen angenehmer empfunden zu haben ( $M=3,41$ ) als weibliche Vpn ( $2,95$ ). Ebenfalls signifikant war der Effekt des Faktors Induktionsmethode ( $F(1/54)=7,692$ ;  $p=.008$ ). Die Videodarbietung wurde als angenehmer empfunden ( $M_{\text{Video}}=3,31$ ) als die Imagination ( $M_{\text{Imag.}}=3,05$ ). Weiterhin signifikant war der Effekt des Faktors Emotion ( $F(3,917/211,514)=92,01$ ;  $p<.001$ ). In ansteigender Reihenfolge betragen die Mittelwerte in den sechs Bedingungen:  $M_{\text{Trauer}}=2,24$ ;  $M_{\text{Ärger}}=2,43$ ;  $M_{\text{Ekel}}=2,49$ ;  $M_{\text{Angst}}=2,56$ ;  $M_{\text{Neutral}}=4,66$ ;  $M_{\text{Freude}}=4,69$ . Zusätzlich zeigten sich folgende Interaktionen als signifikant: Induktionsmethode x Emotion ( $F(4,315/233,028)=19,727$ ;  $p<.001$ ), Induktionsmethode x Geschlecht ( $F(1/54)=6,751$ ;  $p=.012$ ), Emotion x Geschlecht ( $F(3,917/211,514)=1,998$ ;  $p=.097$ ) und A-R x Geschlecht x Induktionsmethode x Emotion ( $F(8,631/233,028)=1,877$ ;  $p=.059$ ). Aufgrund der Beteiligung des Faktors A-R an der letztgenannten Interaktion wurden innerhalb jeder Versuchsbedingung einzelne Varianzanalysen mit den beiden Zwischensubjektfaktoren A-R und Geschlecht durchgeführt. Innerhalb dieser Analysen erwies sich wiederum die Interaktion A-R x Geschlecht in den Bedingungen Imagination Angst ( $F(2/54)=3,297$ ;  $p=.045$ ), Imagination Ekel ( $F(2/54)=3,209$ ;  $p=.048$ ) und Imagination Neutral ( $F(2/54)=4,424$ ;  $p=.017$ ) als signifikant. Abbildung 29 stellt die Mittelwerte in diesen Bedingungen dar. In allen Bedingungen traten die größten Differenzen zwischen den männlichen und weiblichen Reducern auf.

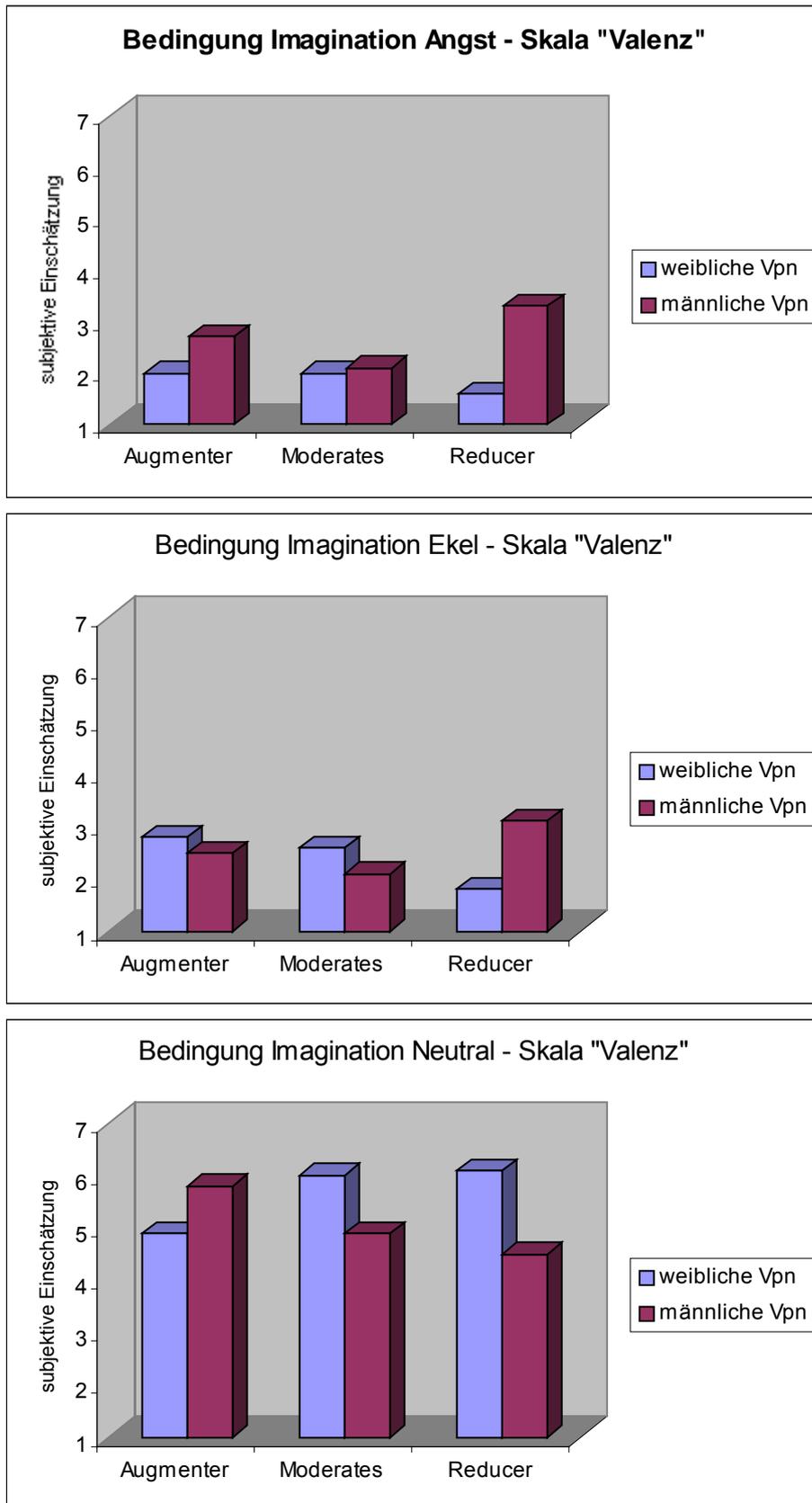


Abbildung 29: Ratings der Skala „Valenz“ (unangenehm – angenehm) in den Imaginationsbedingungen Angst, Ekel und Neutral, getrennt für die Faktorstufen des Merkmals A-R und das Geschlecht.

#### 4.4.2 Aktivierung (angespannt - entspannt)

Ein signifikanter Effekt zeigte sich für den Faktor Induktionsmethode ( $F(1/54)=11,066$ ;  $p=.002$ ). Die Imaginationsbedingung verursachte eine geringere Einschätzung der subjektiv empfundenen Entspannung ( $M=3,31$ ) im Vergleich zur Videodarbietung ( $M=3,61$ ). Zusätzlich verursachte der Faktor Emotion einen signifikanten Haupteffekt ( $F(3,761/203,076)=81,676$ ;  $p<.001$ ). Die Mittelwerte betragen (geordnet von angespannt bis entspannt):  $M_{Angst}=2,53$ ;  $M_{Ärger}=2,57$ ;  $M_{Trauer}=2,88$ ;  $M_{Ekel}=3,28$ ;  $M_{Neutral}=4,68$ ;  $M_{Freude}=4,84$ . Weiterhin signifikant zeigten sich die Interaktionen Induktionsmethode x Emotion ( $F(3,935/212,494)=10,275$ ;  $p<.001$ ) und Emotion x Geschlecht ( $F(3,761/203,076)=4,174$ ;  $p=.004$ ).

Zur Aufklärung der signifikanten Interaktion Emotion x A-R ( $F(7,521/203,076)=2,17$ ;  $p=.034$ ) wurde für jede Emotion eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit dem Innersubjektfaktor Induktionsmethode (zweistufig) und dem Zwischensubjektfaktor A-R (dreistufig) durchgeführt. Hierbei konnte mit Bezug auf den Faktor A-R lediglich ein tendenziell signifikanter Effekt bei der Emotion „Freude“ beobachtet werden ( $F(2/57)=2,966$ ;  $p=.059$ ). Post-hoc-Vergleiche erbrachten einen tendenziell signifikanten Unterschied zwischen Moderates und Augmentern ( $p=.06$ ;  $M_{Aug.}=4,43$ ;  $M_{Mod.}=5,23$ ).

Zur Aufklärung der signifikanten dreifach Interaktion Induktionsmethode x A-R x Geschlecht ( $F(2/54)=4,008$ ;  $p=.024$ ) wurden gleichzeitig nach der Induktionsmethode und der Geschlechtsgruppe separierte zweidimensionale Varianzanalysen mit dem Innersubjektfaktor Emotion (sechsstufig) und dem Zwischensubjektfaktor A-R berechnet. Widererwartend konnte in keiner dieser Analysen ein signifikanter oder tendenziell signifikanter Effekt des Faktors A-R beobachtet werden. Dieser Sachverhalt wurde wahrscheinlich durch die geringe Effektstärke (vgl. Abbildung 30) verursacht. Numerisch zu beobachten ist, dass die Differenzen zwischen männlichen und weiblichen Moderates sowie zwischen männlichen und weiblichen Reducern, über die beiden Induktionsmethoden verglichen, die Vorzeichen wechseln.

Als abschließendes Ergebnis der vierfaktoriellen Hauptanalyse der Skala Erregung zeigte sich eine tendenziell signifikante zweifach Interaktion Induktionsmethode x A-R ( $F(2/54)=2,548$ ;  $p=.088$ ). Augmenter gaben, im Vergleich zu Moderates und Reducern, unter der Imaginationsbedingung die

geringste Entspannung ( $M_{Aug.}=3,18$ ;  $M_{Mod.}= 3,30$ ;  $M_{Red.}= 3,47$ ), während der Videodarbietung die höchste Entspannung ( $M_{Aug.}= 3,73$ ;  $M_{Mod.}= 3,55$ ;  $M_{Red.}= 3,54$ ) aller drei Vpn-Gruppen an.

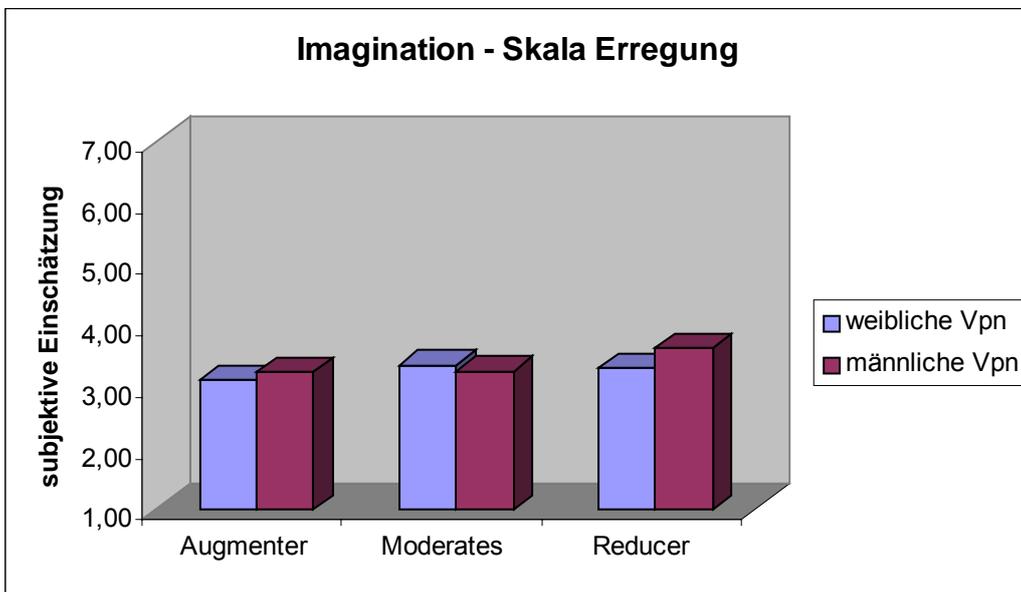
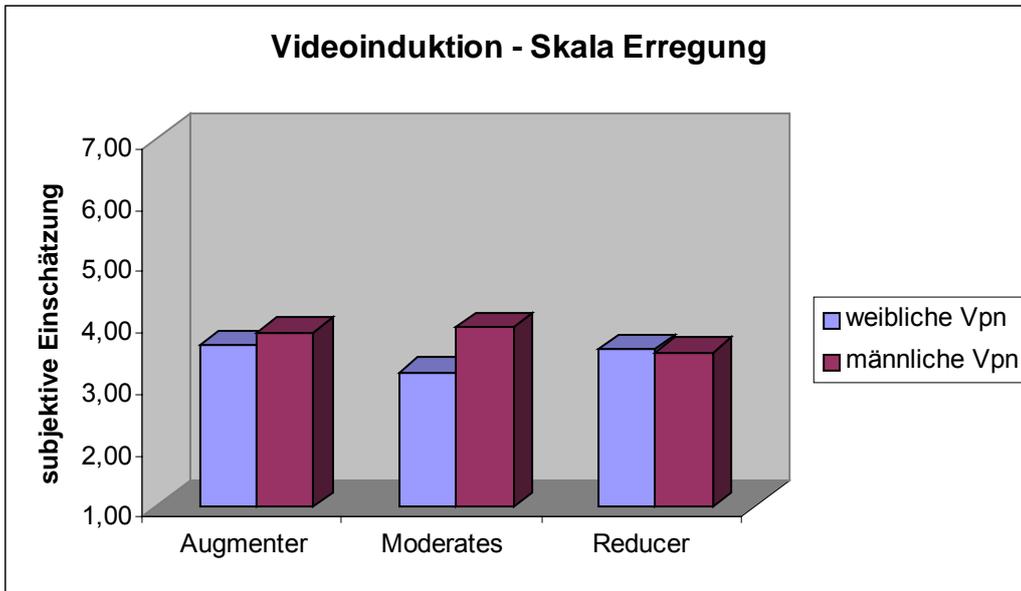


Abbildung 30: Subjektive Einschätzungen der Erregung (angespannt – entspannt) im Mittel über alle Emotionen (Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger, Neutral), getrennt für die Faktorstufen von A-R, Geschlechtsgruppen und Induktionsmethoden.

#### 4.4.3 Dominanz (schwach – stark)

Für die Skala Dominanz (schwach – stark) zeigten sich signifikante Haupteffekte der Faktoren Geschlecht ( $F(1/54)=4,933$ ;  $p=.031$ ), Induktionsmethode ( $F(1/54)=12,677$ ;  $p=.001$ ) und Emotion ( $F(3,397/183,435)=28,654$ ;  $p<.001$ ). Weibliche Vpn gaben an, sich weniger stark zu fühlen ( $M=3,49$ ) als männliche Vpn ( $M=3,78$ ). Während der Imaginationsbedingungen gaben die Vpn im Mittel an, sich weniger stark zu fühlen ( $M=3,51$ ) als während der Videodarbietungen ( $M=3,76$ ). Die Mittelwerte für die unterschiedlichen Emotionen betragen (von schwach nach stark):  $M_{\text{Trauer}}=2,78$ ;  $M_{\text{Angst}}=3,30$ ;  $M_{\text{Ärger}}=3,38$ ;  $M_{\text{Ekel}}=3,88$ ;  $M_{\text{Neutral}}=4,06$ ;  $M_{\text{Freude}}=4,41$ . Zusätzlich zeigte sich die zweifach Interaktion Emotion x Geschlecht tendenziell signifikant ( $F(3,397/183,435)=2,153$ ;  $p=.087$ ). Abschließend zeigte sich die vierfach Interaktion A-R x Geschlecht x Methode x Emotion signifikant ( $F(7,739/208,951)=2,475$ ;  $p=.015$ ). Hierauf wurden gleichzeitig nach der Induktionsmethode und der Geschlechtsgruppe separierte zweidimensionale Varianzanalysen mit dem Innersubjektfaktor Emotion (sechs-stufig: Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger, Neutral) und dem Zwischensubjektfaktor A-R berechnet. In keiner dieser Analysen konnte ein signifikanter Effekt des Faktors A-R oder eine Interaktion mit Beteiligung des Faktors A-R beobachtet werden.

## 5. Psychophysiologische Reaktionen

### 5.1 Elektroenzephalogramm

An den abhängigen Variablen Differenz der EEG-Aktivität im Alpha Band (8-13 Hz) zwischen rechts- und linksseitigen Elektroden im frontalen (F3-F4), temporalen (T3-T4), zentralen (C3-C4) und parietalen (P3-P4) Bereich, wurde eine multivariate Varianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren Geschlecht (zweistufig) und Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing (drei-stufig: Augmenter, Moderates, Reducer) und den Innersubjektfaktoren Induktionsart (zwei-stufig: Videodarbietung, Imagination) und Emotion (sechs-stufig: Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger, Neutral) durchgeführt. Aufgrund von Störungen der Datenaufzeichnung betrug die bei dieser Analyse verwendete Stichprobengröße  $N=55$ .

Ein signifikanter Effekt erbrachte der Faktor Induktionsart ( $F(4/46)=3,236$ ;  $p=.020$ ). In anschließenden univariaten Analysen konnte der multivariate Effekt auf einen Effekt innerhalb der parietalen Positionen (P3-P4) zurückgeführt werden ( $F(1/80,025)=5,578$ ;  $p=.022$ ). In der Imaginationsbedingung zeigte sich ein negativer Mittelwert ( $M=-1,313$ ) und damit eine stärker linksseitige Aktivität, während sich in der Videobedingung ein positiver Mittelwert ( $M=0,337$ ) und damit eine stärker rechtsseitige Aktivierung zeigte. Darüber hinaus konnten keine weiteren signifikanten oder tendenziell signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen beobachtet werden.

### 5.1 Gesichtsmuskelaktivität

An den abhängigen Variablen Mittlere Aktivität der Gesichtsmuskeln Corrugator Supercilli, Orbicularis Oculi, Levator Labii Superioris, Depressor Anguli Oris und Zygomaticus Major wurde eine multivariate Varianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren Geschlecht (zweistufig) und Augmenting-Reducing (dreistufig: Augmenter, Moderates, Reducer) und den Innersubjektfaktoren Induktionsart (zweistufig: Videodarbietung, Imagination) und Emotion (sechsstufig: Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger, Neutral) berechnet. In die Analyse gingen die Daten der Gesamtstichprobe ( $N=60$ ) ein.

Signifikante Effekte zeigten sich für die Innersubjektfaktoren Induktionsart ( $F(5/50)=14,904$ ;  $p<.001$ ) und Emotion ( $F(25/30)=4,785$ ;  $p<.001$ ). Tendenzuell signifikante Effekte zeigten sich für die Zwischensubjektfaktoren A-R ( $F(10/100)=1,861$ ;  $p=.060$ ) und Geschlecht ( $F(5/50)=2,062$ ;  $p=.086$ ).

Weiterhin zeigte sich die Zweifachinteraktion Methode x Emotion signifikant ( $F(25/30)=5,750$ ;  $p<.001$ ) und die Vierfachinteraktion A-R x Geschlecht x Emotion x Methode als tendenziell signifikant ( $F(50/60)=1,437$ ;  $p=.089$ ).

Univariat konnte der multivariate Effekt des Faktors Methode auf Effekte innerhalb der Variablen Corrugator ( $F(1/54)=5,214$ ;  $p=.026$ ), Depressor ( $F(1/54)=15,413$ ;  $p<.001$ ), Levator ( $F(1/54)=53,523$ ;  $p<.001$ ) und Zygomaticus ( $F(1/54)=38,598$ ;  $p<.001$ ) zurückgeführt werden. Bei allen Gesichtsmuskeln war in der Imaginationsbedingung eine geringere mittlere elektrophysiologische Aktivität im Vergleich zur Videobedingung vorhanden.

Der multivariate Effekt des Faktors Emotion konnte univariat auf Effekte innerhalb aller untersuchten Variablen zurückgeführt werden [Corrugator ( $F(2,563/138,404)=4,859$ ;  $p=.005$ ), Depressor ( $F(2,056/111,011)=16,310$ ;  $p<.001$ ), Levator ( $F(2,134/115,233)=26,825$ ;  $p<.001$ ), Orbicularis ( $F(2,576/139,098)=29,818$ ;  $p<.001$ ), Zygomaticus ( $F(2,272/122,957)=25,044$ ;  $p<.001$ )]. Die Werte der mittleren Aktivität der fünf Gesichtsmuskeln in den sechs Bedingungen sind in Abbildung 31 dargestellt.

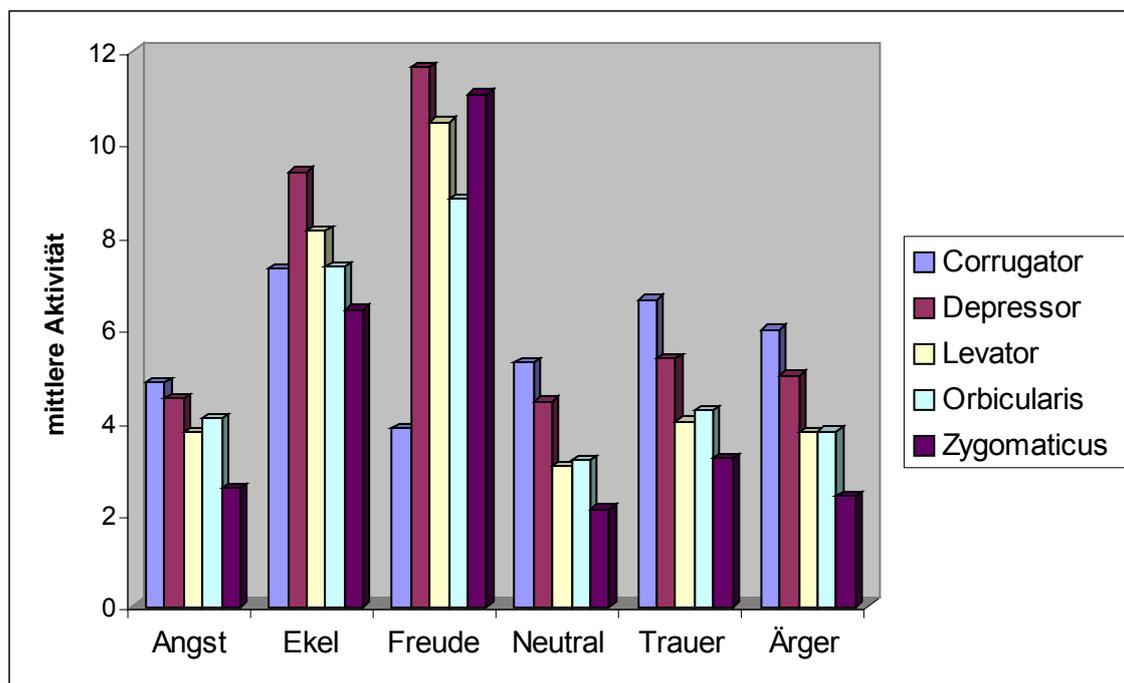


Abbildung 31: Mittlere Aktivität der fünf Gesichtsmuskeln für die sechs Emotionen, gemittelt über beide Induktionsmethoden und alle Vpn (N=60).

Der tendenziell signifikante multivariate Effekt des Faktors A-R konnte univariat auf Effekte innerhalb der Variablen Zygomaticus ( $F(2/54)=5,243$ ;  $p=.008$ ) zurückgeführt werden. Post hoc zeigten sich in paarweisen Vergleichen signifikante Unterschiede zwischen Augmentern und Moderates ( $p=.027$ ) sowie zwischen Augmentern und Reducern ( $p=.024$ ). Abbildung 32 zeigt die Mittelwerte der Aktivität des Zygomaticus Major für die drei Gruppen des Faktors A-R.

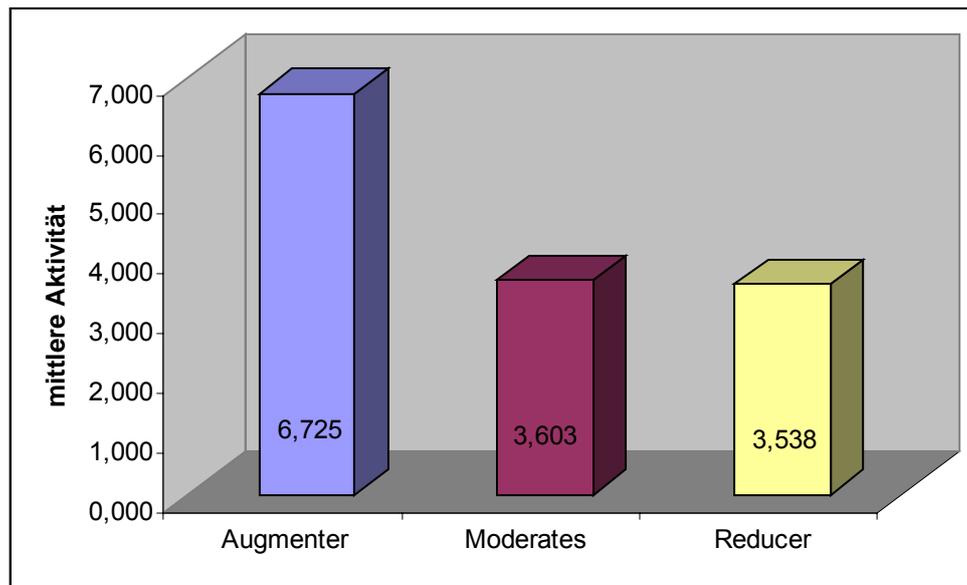


Abbildung 32: Mittlere Aktivität des Zygomaticus Major für die drei Stufen des Faktors Augmenting-Reducing, gemittelt über beide Induktionsmethoden (Imagination, Video) und sechs Emotionen (Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger, Neutral).

Der tendenziell signifikante multivariate Effekt des Faktors Emotion konnte univariat auf Effekte innerhalb der Variablen Corrugator ( $F(1/54)=8,202$ ;  $p=.006$ ) und Depressor ( $F(1/54)=4,702$ ;  $p=.035$ ) zurückgeführt werden. Weibliche Vpn zeigten bei beiden Variablen eine höhere mittlere Aktivität ( $M_{\text{Corr.}}=6,899$ ;  $M_{\text{Dep.}}=8,092$ ) im Vergleich zu männlichen Vpn ( $M_{\text{Corr.}}=4,375$ ;  $M_{\text{Dep.}}=5,333$ ).

## 5.2 Kardiovaskuläre Maße

An den abhängigen Variablen mittlere Herzrate (BPM), Standardabweichung der BPM-Werte und MQSD der BPM-Werte, wurde eine multivariate Varianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren Geschlecht (zwei-stufig) und Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing (drei-stufig: Augmenter, Moderates, Reducer) und den Innersubjektfaktoren Induktionsart (zwei-stufig: Videodarbietung, Imagination) und Emotion (sechs-stufig: Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger, Neutral) berechnet. Aufgrund von Störungen der Datenaufzeichnung betrug die bei dieser Analyse verwendete Stichprobengröße  $N=59$ .

Es zeigte sich multivariat ein signifikanter Effekt des Faktors Emotion ( $F(15/39)=1,948$ ;  $p=.048$ ), der univariat zurückführbar war auf einen Effekt innerhalb der Variable Standardabweichung der BPM-Werte ( $F(3,743/198,564)=3,182$ ;  $p=.017$ ). Die Mittelwerte der Emotionsbedingungen betragen  $M_{\text{Ärger}}=5,688$ ;  $M_{\text{Angst}}=5,959$ ;  $M_{\text{Neutral}}=6,046$ ;  $M_{\text{Trauer}}=6,341$ ;  $M_{\text{Ekel}}=6,592$ ;  $M_{\text{Freude}}=7,516$ . Darüber hinaus konnten keine weiteren signifikanten oder tendenziell signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen beobachtet werden.

### 5.3 Pulsvolumenamplitude, Elektrodermale Aktivität und Atmung

An den abhängigen Variablen Summenamplitude der EDA, Anzahl elektrodermalen Reaktionen, Modulationswert der Pulsvolumenamplitude und Anzahl der Atemzüge wurde eine multivariate Varianzanalyse mit den beiden Zwischensubjektfaktoren Geschlecht (zweistufig) und Augmenting-Reducing (dreistufig: Augmenter, Moderates, Reducer) sowie den Innersubjektfaktoren Induktionsart (zweistufig: Videodarbietung, Imagination) und Emotion (sechsstufig: Angst, Ekel, Freude, Trauer, Ärger, Neutral) berechnet. In die Analyse gingen die Daten der Gesamtstichprobe ( $N=60$ ) ein.

Für den Faktor Induktionsart zeigte sich ein signifikanter Effekt ( $F(4/51)=4,088$ ;  $p=.006$ ). In anschließenden univariaten Analysen zeigten sich signifikante Effekte innerhalb der Variablen Summenamplitude der EDA ( $F(1/54)=8,607$ ;  $p=.005$ ) und Anzahl der Atemzüge ( $F(1/54)=7,791$ ;  $p=.007$ ). Ein tendenziell signifikanter Effekt zeigte sich für die Anzahl der elektrodermalen Reaktionen ( $F(1/54)=3,821$ ;  $p=.056$ ). Die Summenamplitude der EDA wies bei der Imaginationsbedingung einen geringeren Mittelwert ( $M=1,228 \mu\text{S}$ ) im Vergleich zur Videodarbietung ( $M=1,467 \mu\text{S}$ ) auf. Geringere Mittelwerte während der Imaginationsbedingung im Vergleich zur Videodarbietung zeigten ebenfalls die Anzahl der elektrodermalen Reaktionen ( $M_{\text{Imag.}}=5,267$ ;  $M_{\text{Video}}=5,936$ ) und die Anzahl der Atemzüge ( $M_{\text{Imag.}}=7,525$ ;  $M_{\text{Video}}=8,081$ ).

Darüber hinaus konnten keine weiteren signifikanten oder tendenziell signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen beobachtet werden.

## 6. Die Bedingung Schreck

### 6.1 Subjektive Skalierung I: Kategoriale Skalen

Die subjektiven Einschätzungen auf den kategorialen Skalen in der Bedingung Schreck wurden innerhalb einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit dem Innersubjektfaktor Antwortkategorie (siebenstufig: Furcht, Trauer, Ärger, Freude, Überraschung, Ekel, Schreck) und den beiden Zwischensubjektfaktoren Geschlecht und A-R (dreistufig) ausgewertet.

Signifikante Effekte zeigten sich für die Faktoren Antwortkategorie ( $F(3,295/77,932)=165,09$ ;  $p<.001$ ) und Geschlecht ( $F(1/54)=12,562$ ;  $p=.001$ ). Weibliche Vpn zeigten über alle Antwortkategorien gemittelt höhere Ratings ( $M=2,94$ ) als männliche Vpn ( $M=2,37$ ). Die Mittelwerte der Antwortkategorien betragen:  $M_{\text{Furcht}}=3,71$ ;  $M_{\text{Trauer}}=1,11$ ;  $M_{\text{Ärger}}=1,40$ ;  $M_{\text{Freude}}=1,23$ ;  $M_{\text{Überr.}}=3,65$ ;  $M_{\text{Ekel}}=1,20$ ;  $M_{\text{Schreck}}=6,28$ . Paarweise Post-hoc-Vergleiche zeigten hoch signifikante Unterschiede zwischen der Skala „Schreck“ und allen anderen Skalen ( $p<.001$ ). Zusätzlich zeigte sich die zweifach Interaktion Antwortkategorie x Geschlecht signifikant ( $F(3,295/177,932)=3,091$ ;  $p=.024$ ). Abbildung 33 stellt die mittleren Ratings der beiden Geschlechtsgruppen in der Bedingung Schreck auf den sieben kategorialen Skalen dar.

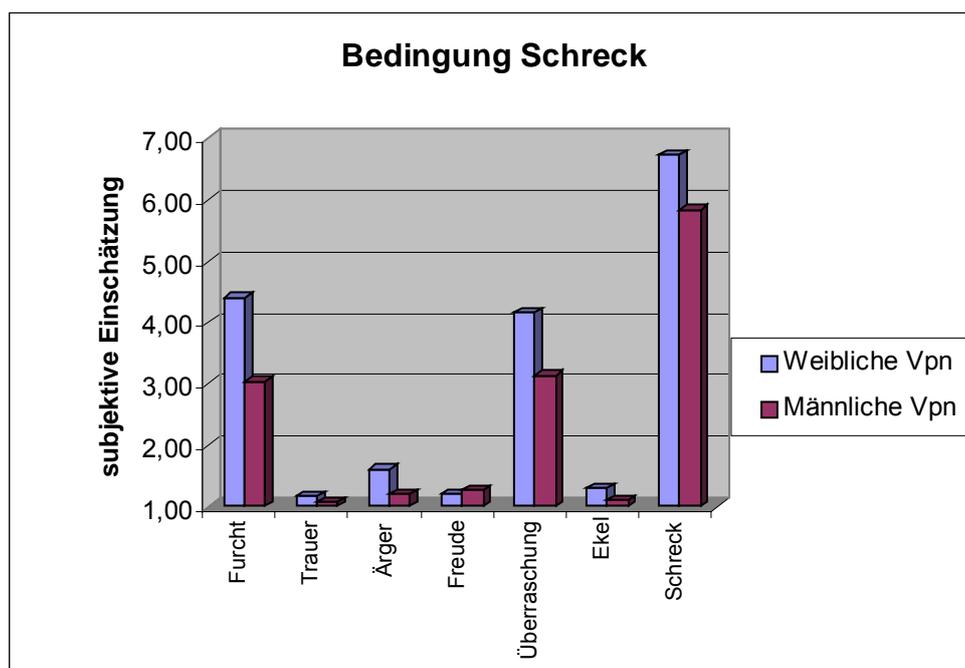


Abbildung 33: Mittlere Ratings der beiden Geschlechtsgruppen in der Bedingung Schreck auf den sieben kategorialen Skalen.

Ein Effekt des Faktors A-R zeigte sich nicht, ebenso lag keine signifikante Interaktion mit Beteiligung des Faktors A-R vor.

## 6.2 Subjektive Skalierung II: Dimensionale Skalen

Eine multivariate Varianzanalyse, berechnet an den abhängigen Variablen subjektive Einschätzung der dimensional Skalen „Valenz“, „Aktivierung“ und „Dominanz“ mit den beiden Zwischensubjektfaktoren Geschlecht und A-R, erbrachte keine signifikanten Effekte.

## 6.3 Psychophysiologische Reaktionen

Eine multivariate Varianzanalyse mit den beiden Zwischensubjektfaktoren A-R und Geschlecht, berechnet an allen erhobenen abhängigen psychophysiologischen Variablen [Differenz der EEG-Aktivität im Alpha Band (8-13 Hz) zwischen rechts- und linksseitigen Elektroden im frontalen (F3-F4), temporalen (T3-T4), zentralen (C3-C4) und parietalen (P3-P4) Bereich, Mittlere Aktivität der Gesichtsmuskel Corrugator Supercilli, Orbicularis Oculi, Levator Labii Superioris, Depressor Anguli Oris und Zygomaticus Major, mittlere Herzrate (BPM), Standardabweichung der BPM-Werte und MQSD der BPM-Werte, Summenamplitude der EDA, Anzahl elektrodermalen Reaktionen, Modulationswert der PVA und Anzahl der Atemzüge], die aufgrund von Störungen bei der Datenaufzeichnung an den Daten von N=59 Vpn durchgeführt wurde, erbrachte weder für den Faktor A-R ( $F(32/76)=0,895$ ;  $p=.628$ ) noch für den Faktor Geschlecht ( $F(16/38)=1,161$ ;  $p=.340$ ) signifikante Effekte. Auch die Interaktion der Faktoren A-R und Geschlecht zeigte sich als nicht signifikant ( $F(32/76)=0,708$ ;  $p=.861$ ).

## IV. Diskussion

### 1. Innersubjekteffekte: Effektivität der Emotionsinduktion

Auf der Grundlage der subjektiven Einschätzungen der wahrgenommenen Emotionsintensität als Manipulation Check, kann die Emotionsinduktion innerhalb der vorliegenden Untersuchung - mit geringen Einschränkungen - als erfolgreich bewertet werden. Bei beiden Induktionsmethoden erhielten in allen Bedingungen die Zielemotionen die höchsten subjektiven Bewertungen. Mit Ausnahme der Bedingung Imagination-Freude („Ihrem Gegenüber verrutscht das Toupet.“), in welcher die Bewertung der Skala Überraschung keinen signifikanten Unterschied zu der Bewertung der Zielemotion (Skala Freude) zeigte, bestanden in allen weiteren Bedingungen hochsignifikante Unterschiede zwischen den Einschätzungen der Zielemotion und jeder anderen Skala.

Für die beiden neutralen Bedingungen zeigten sich auf mehreren der kategorialen Skalen unerwartet hohe Abweichungen vom minimalen Wert, wobei die Angaben für das Empfinden von Freude und Überraschung in beiden Bedingungen am höchsten waren. In der Bedingung Imagination-Neutral zeigten sich die Einschätzungen auf der Skala Freude sogar vergleichbar mit den Einschätzungen auf dieser Skala in der Bedingung Imagination-Freude. Obwohl keine absolute Nulllinie für die subjektiven Angaben erwartet wurde, zeigten die beobachteten Ausprägungen eine Höhe, nach der beide neutrale Bedingungen nicht als neutral in Bezug auf emotionale Empfindungen bezeichnet werden können.

Auch wenn die Einschätzungen auf den dimensional Skalen zum größten Teil erwartungsgemäß ausfielen, wird doch erneut der stark ausgeprägte positiv-valente Charakter der neutralen Situationen evident. Die Bedingungen Neutral und Freude wurden, gemittelt über beide Induktionsmethoden, auf der Skala Valenz mit numerisch nahezu identischer Ausprägung angenehmer bewertet als die übrigen („negativen“) Emotionen. Auf der Skala Aktivierung erfolgten die Bewertungen für die Bedingungen Neutral und Freude, im Mittel über beide Induktionsmethoden, deutlich stärker in Richtung des Pols „entspannt“. Auch hier waren die numerischen Ausprägungen vergleichbar. Auf der Skala Dominanz erfolgten für die Bedingungen Neutral und Freude höhere Angaben in Richtung des Pols „stark“ im Vergleich zu den übrigen Bedingungen.

Die Gesichtsmuskelaktivität lässt - wenn auch in einem deutlich begrenzteren Maße als die subjektiven Ratings - ebenfalls auf eine Validität der Emotionsinduktionstechniken schließen. Der Zygomaticus Major zeigte während der Freudeinduktionen, verglichen mit allen anderen Bedingungen, die stärkste Aktivität. Weiterhin zeigte auch der Orbicularis Oculi (Ringmuskulatur des Auges), gleichfalls ein Indikator positiver emotionaler Zustände, während der Freudeinduktionen die stärkste Aktivität. Einschränkend muss jedoch angemerkt werden, dass während der Freudeinduktionen eine generell hohe Aktivität der Gesichtsmuskulatur auftrat. Auch der Depressor Anguli Oris und der Levator Labii Superioris zeigten hier die höchste Aktivität. Der Corrugator Supercilli, Indikator negativer Emotionen, zeigte hingegen die größte Aktivität während der Ekelinduktionen.

Innerhalb der peripherphysiologischen Indikatoren zeigte sich ein bedeutsamer Effekt der Versuchsbedingungen lediglich für die Herzratenvariabilität (Standardabweichung der BPM-Werte). Interpretiert man eine geringere Herzratenvariabilität als Anzeichen von mentaler Belastung, ergibt sich eine bipolare Anordnung, bei welcher Ärger mit der höchsten mentalen Belastung verbunden ist, die neutralen Bedingungen in der Mitte liegen und Freude mit der geringsten Belastung einhergeht. Darüber hinaus konnte mit Hilfe der peripherphysiologischen Indikatoren nicht zwischen den unterschiedlichen Emotionen differenziert werden. Im Hinblick auf eine peripherphysiologische Emotionsspezifität scheinen diese Ergebnisse die folgende Aussage Plutchiks zu untermauern: „Es gibt keine eins-zu-eins Beziehung zwischen berichtetem Gefühl und der Physiologie. Das Vokabular der Emotionen ist größer als das der Physiologie, daher kann das letztere nicht als ein direkter Index des ersteren verwendet werden. Physiologische Veränderungen sind Hinweise auf, nicht jedoch direkte Messungen von Emotionen“ (Plutchik, 1980, p. 241). Eine alternative Interpretation könnte in Anlehnung an Eysenck mit der geringen emotionalen Intensität der Reize in Zusammenhang stehen: „We are thus restricted to extremely mild manipulations of emotional variables, and this may simply be too weak to measure correlations with physiological effects that would be only too apparent were strong emotions involved (Lader, 1973; Lader & Wing, 1966)“ (Eysenck, 1994; p. 162).

Innerhalb der zentralphysiologischen Indikatoren konnten die, beispielsweise von der Arbeitsgruppe um Davidson berichteten, unterschiedlichen Lateralisationseffekte für positive und negative Emotionen nicht beobachtet werden. Hierfür sind wahrscheinlich Unterschiede in den experimentellen Anordnungen und/oder der Art der Parameterbestimmung verantwortlich. Wie bei psychophysiologischen Variablen generell, so konnte auch für den von Davidson postulierten Lateralisationseffekt bei emotionaler Verarbeitung eine Abhängigkeit der Ergebnisse vom methodischen Vorgehen bzw. von der Parametrisierung gezeigt werden (Hagemann, Naumann, Becker, Maier & Bartussek, 1998). Bisher wurde von keiner Studie, in der emotionsabhängige Lateralisationseffekte gezeigt werden konnten, ein Design wie das der vorliegenden verwendet, so dass auch keine direkte Referenz besteht.

Beim Vergleich der Effektivität der beiden Emotionsinduktionstechniken mit Hilfe der Höhe der Zielemotionsratings, erscheint keine Methode als der anderen überlegen. Die Imaginationsmethode erzielte im Vergleich zur Videoinduktion höhere Einschätzungen der Zielemotionen in den Bedingungen Trauer und Ärger. In den verbleibenden Bedingungen waren die Bewertungen der Zielemotion während der Video-basierten Induktion höher. Im psychophysiologischen Bereich konnten für die Gesichtsmuskelaktivität und die elektrodermale Aktivität unter der Videoinduktion stärkere Reaktionen beobachtet werden. Sowohl für die Summenamplitude der EDRs zeigte sich ein signifikanter Unterschied als auch für die Anzahl der EDRs ein tendenziell signifikanter Unterschied zwischen der Video- und der Imaginationsmethode. Die höhere elektrodermale Aktivität, interpretiert als Indikator einer höheren unspezifischen Aktivierung, kann als ein Beleg des höheren Stimulationspotenzials der Videodarbietungen betrachtet werden. Eine geringere Gesichtsmuskelaktivität, unter dem Aspekt der kommunikativen Funktion der Mimik betrachtet, korrespondiert andererseits mit dem introspektiven Fokus der Imaginationsbedingung. Im Kontext der Diskussion um die Sensitivität der psychophysiologischen Indikatoren für unterschiedliche Einflussfaktoren, zeigt sich in den zuletzt berichteten Ergebnissen eine Sensitivität der EDA und der Gesichtsmuskelaktivität für stimuluspezifische Effekte.

## 2. Zwischensubjekteffekte I: Subjektive Reaktionen

Der bereits häufig berichtete Geschlechtereffekt für die Induktion emotionaler Zustände zeigte sich auch in der vorliegenden Untersuchung: Weibliche Vpn berichteten generell ein stärkeres Emotionsempfinden als männliche Vpn. Das Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing zeigte einen generellen (über alle Emotionskategorien und beide Induktionsmethoden), statistisch bedeutsamen Einfluss auf die subjektiven Intensitätseinschätzungen der Zielemotionen. Unerwartet war die Art dieses Zusammenhangs: Moderates schätzten die Intensität der Zielemotionen generell höher ein als Reducer und Augmenter; die beiden letzteren Gruppen unterschieden sich dabei nicht signifikant voneinander. Eine zumindest teilweise Einschränkung dieses Effektes ergibt sich aus der tendenziell signifikanten Interaktion der Faktoren Augmenting-Reducing, Geschlecht und Induktionsmethode. Aus dieser Interaktion wird erkennbar, dass die höheren Ratings der Moderates hauptsächlich zurückführbar waren auf Unterschiede innerhalb der Gruppe der männlichen Vpn und für diese während der Imaginationsmethode ausgeprägter waren als während der Videodarbietung. Bei einer nach Induktionsmethoden und Emotionsarten differenzierten Analyse zeigten sich signifikant höhere Einschätzungen der Zielemotionen für die Gruppe der Moderates lediglich in der Bedingung Video-Ekel. In der Bedingung Imagination-Angst zeigten Moderates tendenziell höhere Einschätzungen im paarweisen Vergleich mit den Reducern. Statistisch bedeutsame Interaktionen des Merkmals Augmenting-Reducing mit dem Faktor Geschlecht für die Einschätzungen der Zielemotion konnten in den Bedingungen Imagination-Ekel und Imagination-Trauer beobachtet werden. In beiden Bedingungen zeigten männliche Reducer die geringsten Einschätzungen der Zielemotion, während weibliche Reducer die höchsten Einschätzungen der Zielemotion zeigten. Innerhalb der Ratings der Nicht-Zielemotionen zeigte sich ein Haupteffekt des Faktors Augmenting-Reducing während der Bedingung Video-Ärger innerhalb der Skala Angst. Moderates zeigten hier signifikant höhere Ratings als Reducer. Des Weiteren zeigten sich zwei tendenzielle Haupteffekte des Faktors Augmenting-Reducing während der Bedingung Video-Ekel in den Skalen Überraschung und Ärger. Moderates wiesen hierbei auf beiden Skalen tendenziell höhere Werte auf als Reducer. Zwei weitere Haupteffekte des Faktors Augmenting-Reducing in den

Einschätzungen der Nicht-Zieleemotionen waren vorhanden, wurden jedoch zusätzlich durch eine Interaktion mit dem Faktor Geschlecht eingeschränkt. In der Bedingung Imagination-Trauer zeigten Moderates auf der Skala Ärger signifikant höhere Werte als Augmenter und Reducer. Die im Mittel höheren Ratings der Moderates als Gesamtgruppe ließen sich hierbei in erster Linie auf höhere Ratings der männlichen Moderates zurückführen. In der Bedingung Video Angst zeigten auf der Skala Schreck Moderates signifikant höhere Werte als Augmenter und Reducer. In dieser Bedingung ließen sich die im Mittel höheren Ratings der Moderates in erster Linie auf höhere Ratings der weiblichen Moderates zurückführen. Weiterhin konnten folgende Interaktionen des Merkmals Augmenting-Reducing mit dem Faktor Geschlecht ohne gleichzeitigem Haupteffekt des Faktors Augmenting-Reducing beobachtet werden: Während der Bedingung Imagination-Ekel zeigten auf der Skala Schreck männliche Reducer die geringsten Werte, während weibliche Reducer die höchsten Ratings zeigten. Während der Bedingung Video-Angst zeigten auf der Skala Ekel weibliche Moderates und weibliche Reducer die höchsten Werte.

Zusammenfassend betrachtet, zeigte sich innerhalb der subjektiven Einschätzungen ein Haupteffekt, der nicht wie erwartet einen linearen Zusammenhang zum Merkmal Augmenting-Reducing reflektiert. Stattdessen erscheinen die Moderates, mit den höchsten Einschätzungen der Zieleemotionen, als Extremgruppe. Dieser Effekt wird vor allem durch die männlichen Vpn erzeugt, und ist für diese besonders markant während den Imaginationsbedingungen. Ein Zusammenhang zu der in dieser Arbeit zugrunde gelegten Hypothese einer emotionalen Intensitätsmodulation, die analog zu der sensorischen SIM konzipiert wurde, ist hier nicht erkennbar. Weiterhin zeigten Moderates, innerhalb einer Einzelbetrachtung der Versuchsbedingungen, nur in der Bedingung Video-Ekel signifikant höhere Werte. Da die Ratings der Zieleemotion für die Gesamtstichprobe in dieser Bedingung am höchsten von allen Bedingungen waren, kann der emotionale Stimulationsgehalt hier allgemein als vergleichsweise intensiv bewertet werden. Über die Verursachung der Differenzen zwischen Moderates, Augmentern und Reducern in der Bedingung Video-Ekel ließe sich spekulieren, dass bei den Augmentern, aufgrund einer zu hohen emotionalen Reizintensität, eine Dämpfung der emotionalen Stimulation im Sinne einer TMI stattgefunden hat, während Reducer, aufgrund ihrer permanenten SIM eine Dämpfung des

emotionalen Reizes vornahmen, und Moderates so die höchste Emotionsempfindung besaßen. Diese Interpretation ist zwar im Rahmen der ursprünglichen Konzeption des Zusammenhangs von Augmenting-Reducing und der emotionalen Reaktivität, muss jedoch aus mehreren Gründen in Frage gestellt werden. Als erstes erscheint es fraglich, ob die Bedingung als so intensiv (als Referenz sollte die Intensität emotionaler Reize des Alltags dienen) betrachtet werden kann, dass die Verarbeitungskapazität der Augmenter überschritten wurde. Als weiteres, gewichtigeres Argument sollten nach dieser Interpretation die Augmenter in den weniger intensiven Situationen die höchsten Einschätzungen der Zielemotionen abgegeben haben, was nicht der Fall war.

Innerhalb der differenzierten Auswertung der Zielemotionen lassen zwei signifikante Interaktionen der Faktoren Augmenting-Reducing und Geschlecht den ohnehin schwer interpretierbaren Gesamteindruck zusätzlich unsystematisch erscheinen. In den Bedingungen Imagination-Ekel und Imagination-Trauer zeigten, innerhalb der aus der Kombination der Faktoren Augmenting-Reducing und Geschlecht gebildeten sechs Vpn-Gruppen, männliche Reducer die geringsten Einschätzungen der Zielemotionen, während für die weiblichen Reducer die höchsten Werte beobachtet werden konnten.

Zur Komplettierung des bisherigen Gesamteindrucks zeigt die Betrachtung der Ratings der Nicht-Zielemotionen, dass Moderates auch hier teilweise höhere Emotionsempfindungen angaben. Manifest wurde dies in drei Haupteffekten, von denen zwei durch eine Interaktion mit dem Geschlecht eingeschränkt wurden und zwei tendenziell signifikanten Haupteffekten. Diese Ergebnisse sind sicherlich zu selektiv, um aus ihnen zu schließen, dass die höheren Ratings der Moderates nicht emotionsspezifisch sind, sondern nur eine Antworttendenz reflektieren. Vielmehr ergibt sich das Bild von zahlreichen Effekten, die sowohl skalen- als auch bedingungsspezifisch waren, und dazu noch in einigen Fällen durch eine Interaktion mit dem Geschlecht eingeschränkt wurden. Eine eindeutige und systematische Beziehung zwischen Augmenting-Reducing und der subjektiv empfundenen Emotionsstärke, die mit den theoretischen Positionen des Persönlichkeitsmerkmals im Einklang steht, ist aus den Befunden der vorliegenden Untersuchung nicht erkennbar.

### 3. Zwischensubjekteffekte II: Psychophysiologische Reaktionen

Innerhalb der analysierten Funktionsmaße des EEGs und EKGs, der PVA, EDA und Atmung zeigten sich keinerlei Effekte in Abhängigkeit von Augmenting-Reducing. Lediglich innerhalb der Gesichtsmuskelaktivität waren an einer Ableitposition, dem Zygomaticus Major, signifikante Zwischensubjekteffekte zu beobachten. Augmenter zeigten hier im Mittel über alle Bedingungen eine höhere Aktivität als Moderates und Reducer. Dieser Befund kann jedoch aufgrund seiner Unspezifität nicht als Zeichen einer stärkeren emotionalen Reaktivität der Augmenter gewertet werden. Auch geben die subjektiven Einschätzungen keinerlei Hinweis darauf, dass Augmenter generell in allen Bedingungen mehr Freude empfunden hätten. Eher könnte hier eine Neigung zum sozialen Lächeln innerhalb emotionaler Situationen zum Ausdruck kommen, evtl. in Verbindung mit einem gewissen Maß an Selbstunsicherheit. Diese Interpretation besitzt jedoch rein spekulativen Charakter. Für die zentrale Fragestellung der vorliegenden Untersuchung nach SIM-abhängigen Differenzen in der emotionalen Reaktivität erbrachte dieser Befund keinen bestätigenden Beleg. In Gänze betrachtet, zeigte sich in den psychophysiologischen Indikatoren, unabhängig von der Art der Emotion und Induktionsmethode, keinerlei Evidenz für eine unterschiedliche emotionale Reaktivität der Augmenter, Reducer und Moderates.

Berücksichtigt man die Ergebnisse von Schwerdtfeger und Baltissen (1999, 2002) sowie Schwerdtfeger (2003), die Hinweise auf eine stärkere peripherphysiologische Reaktivität der Augmenter erbrachten, stellt sich die Frage, warum Augmenter in der vorliegenden Untersuchung, unabhängig vom emotionalen Gehalt, keine Anzeichen einer stärkeren Aktivierung innerhalb der Videodarbietungen aufgrund der sensorischen Stimulation zeigten. Die Stimuli der vorliegenden Untersuchung waren wesentlich komplexer sowie die Darbietungsdauer wesentlich länger, im Vergleich zu den emotionalen Bildern bei Schwerdtfeger (2003) und dem weißen Rauschen bei Schwerdtfeger und Baltissen (1999, 2002). Abgestimmt auf die verwendeten Stimuli nutzten Schwerdtfeger und Baltissen (1999, 2002) und Schwerdtfeger (2003) die übliche reizbezogene Auswertung. Das EKG wurde auf Sekundenbasis parametrisiert und für die zehn (Schwerdtfeger & Baltissen, 1999) bzw. vier Sekunden (Schwerdtfeger & Baltissen, 2002) nach Reizbeginn betrachtet. Für die EDA

wurden die Magnituden der reizbezogenen Reaktionen (erste Änderung der Hautleitfähigkeit über 0,02  $\mu$ S bis fünf Sekunden nach Reizdarbietung) verwendet. Obwohl die psychophysiologischen Maße der vorliegenden Untersuchung als Reaktionen auf komplexe Reize betrachtet werden, diente als Analysegrundlage die gemittelte Aktivität innerhalb einer Zeitstrecke von 30 Sekunden. Aufgrund dessen ergibt sich ein mehr tonischer Charakter der verwendeten Maße. Dieses Vorgehen wurde einerseits aufgrund der Komplexität und Zeitdauer der Stimuli vorgeschrieben, andererseits wurde vermutet, dass die psychophysiologische Emotionskomponente eine gewisse Latenz zeigen würde, da die emotionalen Reaktionen erst aufgrund der Interpretation der komplexen Reizkonstellation, der Handlung der Filmsequenzen, entstehen würden, die messbaren Auswirkungen dabei aber relativ langlebig sein würden. Durch die Abstimmung der Parametrisierung auf eher langfristige emotionale Auswirkungen, im Vergleich zu phasischen Änderungen mit kurzer Latenzzeit im Sinne einer Orientierungs- oder Defensivreaktion, indizieren die extrahierten Parameter bei Schwerdtfeger und Baltissen (1999, 2002) und Schwerdtfeger (2003), verglichen mit der vorliegenden Untersuchung unterschiedliche Phänomene. Die bisherige Datenlage legt demnach den Schluss nahe, dass Augmenter eine stärkere peripherphysiologische Reaktivität nur als direkte reizbezogene Reaktion, im Sinne einer stärker ausgeprägten Orientierungsreaktion, zeigen. Bei der Verwendung von Aktivierungsindikatoren, die sich auf eine längere Zeitstrecke beziehen, zeigte sich diese stärkere Reaktivität während der Darbietung von komplexen Stimuli nicht.

#### **4. Gesamtbetrachtung**

Die Analyse der Altersangaben ergab, dass ein signifikanter Unterschied zwischen den männlichen und weiblichen Vpn von im Mittel ca. zwei Jahren bestand. Da zum einen die Größe des Unterschieds sehr gering ist und zum anderen die Effekte des Faktors Geschlecht nicht den primären Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit darstellen, ist jedoch nicht mit einer Verzerrung der berichteten Ergebnisse durch diese Altersdifferenz zu rechnen.

Den subjektiven Angaben der Vpn zufolge, konnten die Emotionen in der vorliegenden Untersuchung nach den Kriterien der Intensität und Selektivität

sowohl mit der Video- als auch der Imaginationstechnik erfolgreich induziert werden. Eine Einschränkung muss hier lediglich für die Bedingung Imagination-Freude gemacht werden – hier bestanden keine Unterschiede in den Angaben auf den Skalen Freude und Überraschung. Die verwendeten subjektiven Ratings erscheinen, wie in zahlreichen Studien zuvor, als sensitive, valide Indikatoren emotionaler Reaktionen. Die beiden neutralen Bedingungen bewirkten zu hohe Angaben der Emotionen Freude und Überraschung, um wirklich als nicht-emotionsauslösend zu gelten. Die Aktivität der Gesichtsmuskulatur erwies sich als begrenzt diskriminativ in Bezug auf die untersuchten Emotionskategorien, während die peripher- und zentralphysiologischen Maße sich in dieser Beziehung als nicht sensitiv erwiesen. Setzt man die Validität der verwendeten Emotionskategorien und der Induktionsmethoden voraus, spricht dieser Befund gegen eine peripherphysiologische Emotionsspezifität (Plutchik, 1980). Nicht auszuschließen ist aber auch, dass die Induktionsmethoden im Vergleich zu den emotionalen Reizen des täglichen Lebens nicht intensiv genug waren, um nachweisbare Korrelate in psychophysiologischen Variablen auszulösen (Eysenck, 1994).

Bezogen auf die differentielle Fragestellung wurden nicht unterschiedliche psychophysiologische Emotionsmuster für Augmenter, Reducer und Moderates postuliert, sondern Unterschiede in der generellen Reaktivität, im Sinne von interindividuellen Differenzen in der Intensität der Reaktionen auf emotionshaltige Reize. Aus diesem Grund bedeutet das Nichtvorhandensein einer Emotionsspezifität der psychophysiologischen Reaktionen nicht, dass die verwendeten Indikatoren keine Sensitivität für die Diskriminierung der Intensität der Reaktionen von Augmentern, Reducern und Moderates besaßen.

Unabhängig vom emotionalen Gehalt der Versuchsbedingung konnte eine stärkere Aktivität des Zygomaticus Major innerhalb der Gruppe der Augmenter beobachtet werden. Da sich diese Differenzen nicht auf die Freude-Bedingungen beschränkten, kann aus ihnen keine höhere emotionale Reaktivität der Augmenter abgeleitet werden. Weil sich weiterhin in keinem anderen psychophysiologischen Indikator Unterschiede zwischen Augmentern, Reducern und Moderates zeigten, wird als Gesamtbewertung eine Unabhängigkeit der emotionalen Reaktivität vom Merkmal Augmenting-Reducing nahegelegt. In der, aufgrund der Beschränkung auf eine Induktionsmethode, separat analysierten Induktion der Emotion Schreck,

zeigten sich ebenfalls keinerlei Unterschiede zwischen Augmentern, Reducern und Moderates. Die aus den Ergebnissen von Schwerdtfeger und Baltissen (1999, 2002) sowie Schwerdtfeger (2003) entstandene Hypothese einer erhöhten peripherphysiologischen Reaktivität der Augmenter scheint auf direkte reizbezogene Parameter (Komponenten der OR und DR) beschränkt zu sein. In Maßen tonischer Aktiviertheit unter sensorischer Stimulation scheinen sich diese Unterschiede nicht zu manifestieren.

Eine Interpretation der Extremposition der Moderates innerhalb der Einschätzungen der Zielemotionen - ähnlich der Extremposition der Moderates für die Bewegungszeiten innerhalb des ersten Experiments der vorliegenden Arbeit – scheint auf der Basis der bisherigen Befunde mehr Fragen aufzuwerfen als Antworten zu geben. Zuvor sollte eine Replizierbarkeit dieses Effektes gezeigt werden. Zudem erscheint die Aussagekraft dieses Effekts durch die Tatsache eingeschränkt, dass dieser weitestgehend auf die Gesamtauswertung über alle Bedingungen beschränkt ist und sich in einer differenzierten Auswertung nur in der Bedingung Video-Ekel sowie tendenziell in der Bedingung Imagination-Angst zeigte. Die Effekte innerhalb der Ratings der Nicht-Zielemotionen vermitteln zusätzlich den Eindruck vereinzelter unsystematischer Einflüsse von Augmenting-Reducing auf die subjektiven Emotionsskalierungen.

Weil die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung summarisch betrachtet keinen Zusammenhang zwischen Augmenting-Reducing und der emotionalen Reaktivität nahe legen, ist die Anregung der subjektiven Emotionskomponente in den neutralen Situationen nicht zu einem kritischen Punkt geworden. Hätten sich Effekte der emotionshaltigen Bedingungen gezeigt, so wären die Reaktionen auf neutrale Reize als Referenz relevant geworden, um die Effekte der Methode bzw. der sensorischen Stimulation abschätzen und von den emotionsbedingten Auswirkungen separieren zu können.

Wie können die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung nun in Beziehung zur Theorie der SIM betrachtet werden? Während in allgemeinen Aktivierungstheorien die Vorstellung eines eindimensionalen Aktivierungskontinuums als überholt betrachtet wird und von Modellen abgelöst wurde, die Aktivierung mehrdimensional konzipieren, wird ein solcher Ansatz in Arousal-basierten

---

Persönlichkeitstheorien häufig nicht explizit gemacht.<sup>24</sup> Eine mehrdimensionale Aktivierungsvorstellung kann, angewandt auf die Beziehung zwischen SIM und emotionaler Reaktivität, aufgrund der fehlenden Kovariation von Indikatoren der beiden Bereiche, zu der Vermutung führen, dass beide Bereiche unabhängig voneinander sind, weil beide durch voneinander unabhängige Aktivierungssysteme generiert werden. Auf einer anderen Abstraktionsebene formuliert, besagt diese Vermutung, dass einfache sensorische Stimulation und emotionale Abläufe im Prozess der Wahrnehmung unterschiedliche Qualitäten besitzen. Die Unterschiede im funktionalen Ablauf dieser qualitativ andersartigen Erlebnisinhalte könnten bedingen, dass je separate Intensitäts-Modulationsinstanzen existieren. Für ein Modell, welches eine distinkte neurophysiologische und psychophysiologische Basis der emotionalen Reaktivität zugrunde legt, sei auf das Konzept Neurotizismus verwiesen, welches bereits von Eysenck (1967) unabhängig von der Dimension Extraversion, welche wiederum dem Konstrukt Augmenting-Reducing nahe steht, konzipiert wurde.

---

<sup>24</sup> Eine Ausnahme stellt hier der Ansatz Grays dar. Gray (1975, 1981, 1982) postuliert die Existenz unterschiedlicher Aktivierungssysteme, deren Funktionen grundlegende Persönlichkeitsdimensionen determinieren. Hierbei konstituiert das Behavioral Activation System (BAS) die Dimension Impulsivität und das Behavioral Inhibition System (BIS) konstituiert die Dimension Ängstlichkeit.

## **Kapitel 4: Der Geltungsbereich des Konstruktes Augmenting-Reducing**

### **I. Gesamtdiskussion**

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es, einen Beitrag zur Bestimmung des Geltungsbereiches des Konstruktes Augmenting-Reducing zu leisten. Von den beiden sehr unterschiedlichen Bereichen menschlichen Erlebens und Verhaltens, die hierfür einer experimentellen Testung unterzogen wurden, zeigte der eine einen offensichtlichen Zusammenhang zu Augmenting-Reducing, während ein solcher für den anderen unwahrscheinlich erscheint. In dem klassischen Indikator der menschlichen Informationsverarbeitung - der Reaktionszeit – konnten Einflüsse durch die Ausprägung des untersuchten Persönlichkeitsmerkmals festgestellt werden. Die Befunde innerhalb der weiteren verwendeten Indikatoren der mentalen Chronometrie und Chronopsychophysiologie halfen, die Entstehungsmechanismen der Reaktionszeitunterschiede einzugrenzen. Die Ergebnisse konnten in einen sinnvollen Bezug zum bisherigen Kenntnisstand gebracht werden und in ein Gesamtbild integriert werden.

Der Bereich der emotionalen Reaktivität hingegen, und hier besonders die psychophysiologische Emotionskomponente, zeigte innerhalb des verwendeten Untersuchungsansatzes keinen systematischen Zusammenhang mit dem Merkmal Augmenting-Reducing. Aufgrund der bisherigen Befundlage erscheint es zwar als wahrscheinlich, dass das emotionale Erleben außerhalb des Geltungsbereichs des Konstruktes Augmenting-Reducing anzusiedeln ist, als abgesichert kann dieser Standpunkt jedoch nicht gelten. Aufgrund der Unbeliebtheit von Untersuchungsgegenständen, die nicht mit großer Wahrscheinlichkeit signifikante Ergebnisse produzieren, ist realistischer Weise ein reges Interesse an der weiteren Erforschung des Zusammenhangs nicht zu erwarten.

Ein genereller Einwand, der nicht nur die vorliegende Untersuchung betrifft, ist, dass die Wirksamkeit der Emotionsinduktion unter künstlich geschaffenen Laborbedingungen, besonders in Bezug auf den Intensitätsaspekt, immer noch kritisch betrachtet werden muss. Als zentral hat sich hier in der Regel die Frage erwiesen, inwieweit man den subjektiven Angaben der Versuchspersonen Glauben schenkt. Wie intensiv ein Gefühl ist, wird letztlich immer ein privater

Erfahrungsinhalt bleiben. Da die objektiven Verhaltensmaße der kognitiven Psychologie ebenso spezifische, wenn auch anders geartete, Einschränkungen mit sich bringen, wurde in der vorliegenden Untersuchung die Psychophysiologie als Tor zu beiden Bereichen benutzt. Für den kognitiven Bereich war dies erfolgreich, für den emotionalen nicht. Da sowohl die Wahrnehmung von sensorischer als auch die von emotionaler Stimulation mit Aktivierung einhergeht, erschien eine Untersuchung naheliegend, ob interindividuelle Differenzen über beide Bereiche stabil sind. Da dies nicht der Fall war, könnte man hier wiedergespiegelt sehen, dass Aktivierung ein abstraktes und sehr breit gefasstes Konzept ist, welches eben nicht den Valenzaspekt abbildet, während Emotionen auch Bewertungsprozesse reflektieren, die ein automatisches, schnelles Beurteilen von Situationen erlauben. Im Vergleich hierzu ist die Intensitätswahrnehmung in weiten Bereichen des Stimulationsspektrums neutral. Vorstellbar sind jedoch auch Interaktionen zwischen Intensität und Bedeutung eines Reizes, die bei der Verwendung von einfachen sensorischen Stimuli nicht offensichtlich werden. Die Musik der eigenen Lieblingsband wird gewöhnlich auch bei sehr hohem Lautstärkeniveau noch als angenehm empfunden. Hier könnte sich eine neue Herausforderung für den Bereich der SIM ergeben.

Der Zusammenhang der Modulation von sensorischen Afferenzen und der Geschwindigkeit, mit der Efferenzen zu beobachtbaren Reaktionen führen, erscheint auf den ersten Blick nicht zwingend. Führt man sich aber allein die Existenz von sensomotorischen Gebieten, in denen eine integrative Verarbeitung von Afferenzen und Efferenzen stattfindet, vor Augen, erscheinen beide Bereiche nicht mehr als streng distinkte Phänomene. Als weiteres Beispiel sei erwähnt, dass die komplexe menschliche Motorik ohne Reafferenz gar nicht koordinierbar wäre.

Die Untersuchung der Informationsverarbeitung von Augmentern, Reducern und Moderates in der vorliegenden Arbeit hat viele neue Fragen aufgeworfen. Als erste wäre hier die Frage nach der Replizierbarkeit und Bedeutung der verlangsamten Bewegungszeiten der Moderates zu nennen. Darüber hinaus konnten zu den Bedingungen und Auslösefaktoren der Augmenting-Reducing abhängigen Differenzen explizite Hypothesen generiert werden. Die in diesem Zusammenhang entscheidende Rolle der Motorik sollte offenkundig geworden sein.

Die Bewertung der erneuten Evidenz, dass Reaktionszeitdifferenzen innerhalb des Geltungsbereiches von Augmenting-Reducing integriert werden können, sollte jedoch auch im Kontext der Debatte um die Integration der unterschiedlichen Arousal-basierten Persönlichkeitskonzepte betrachtet werden. Hier können zwei grundsätzliche Standpunkte ausgemacht werden. Da zu den bekannten Korrelationen, die sich auf Fragebogenebene auch in den Stichproben der vorliegenden Untersuchung wiederfanden, nun auch in dem Bereich der Reaktionszeiten vergleichbare Korrelate für unterschiedliche Konstrukte zeigen, ist hiermit ein weiteres Argument für die Gleichsetzung der unterschiedlichen Konstrukte, im Sinne einer Dimension Arousability, gegeben. Alternativ hierzu könnte man eine differenziertere Betrachtung fordern, in der die Informationsverarbeitung noch spezifischer als bisher mit dem jeweiligen Trait in Beziehung gesetzt wird. Da der Mensch ein komplexes, vielleicht das komplexeste Lebewesen ist, und die Psychologie sich zur seiner Erforschung deswegen der differenziertesten Methoden und Ansätze bedienen muss, soll, auch als Resümee der vorliegenden Arbeit, an dieser Stelle dem letzteren Ansatz zugesprochen werden.

## II. Ausblick

### 1. Augmenting-Reducing und Informationsverarbeitung

Ein Effekt des Merkmals Augmenting-Reducing auf Reaktionszeiten zeigte sich in bisherigen Untersuchungen als weitest gehend stabil. Die bisherigen Ergebnisse lassen eine Verursachung dieses Effektes durch Unterschiede in der Reizcodierung, Reizbewertung oder allgemein der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit unwahrscheinlich erscheinen und sprechen für Differenzen im motorischen Bereich (Antwortprogrammierung und motorische Ausführung). Bei weiteren Replikationsversuchen ist daher die Verwendung von EMG-Messungen, Berechnung des LRPs und die Erfassung der Bewegungszeit zu empfehlen.

Nachfolgende Untersuchungen sollten zeigen, ob sich die kurvilineare Beziehung zwischen Augmenting-Reducing und der Bewegungszeit als replizierbar zeigt, und wenn ja, ob hierfür motivationale Gründe verantwortlich gemacht werden können. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit führten auch zu der Vermutung, dass die Verwendung von Aufgabenbearbeitungsstrategien für die Entstehung von Reaktionszeitdifferenzen zwischen Augmentern und Reducern von Relevanz ist. Es wurde vermutet, dass Reducer, wenn die Aufgabenstellung es gestattet, antizipative Strategien bevorzugen, die risikoreicher und stärker auf Schnelligkeit ausgelegt sind. Sind diese Strategien aber mit einer hohen Misserfolgswahrscheinlichkeit verbunden, wählen Reducer weniger risikoreiche Strategien. Diese Vermutung könnte in folgenden Untersuchungen durch eine systematische Variation der Erfolgswahrscheinlichkeit für antizipative Strategien getestet werden. Die Interindividuellen Unterschiede in der Differenz zwischen EMG-Onset und der sichtbaren Reaktion sollten unter dem Aspekt untersucht werden, ob Reducer eine reaktionsvorbereitende Muskeltonuserhöhung zeigen. Hierzu sollten Analysen von Einzeldurchgängen herangezogen werden

Der wesentliche Aspekt bei der empirischen Testung ist zum jetzigen Zeitpunkt aber immer noch die theoretische Begründung der ermittelten Unterschiede, besonders unter dem Aspekt, dass Reaktionszeitdifferenzen auch für andere Arousal-basierte Merkmale bekannt sind.

## 2. Augmenting-Reducing und emotionale Reaktivität

Aufgrund der bisherigen Ergebnisse wird ein direkter systematischer Zusammenhang zwischen SIM und der subjektiven Intensitätsempfindung von emotionalen Prozessen einerseits, und zu psychophysiologischen Aktivierungsprozessen die mit den emotionalen Prozessen einhergehen andererseits, als unwahrscheinlich betrachtet. Die beiden wesentlichen Aspekte des Temperaments nach Bates (1993), die Sensitivität für Umweltreize und die habituelle Emotionsintensität, scheinen demnach unabhängige Aspekte zu sein. Da die Bestätigung des Nicht-Bestehens dieses Zusammenhangs, also die Stützung einer Nullhypothese, nicht geeignet erscheint zur Inspiration weiterer Forschungsbemühungen, ist mit keiner besonderen Forschungsanstrengung in diesem Bereich zu rechnen, wenn nicht gänzlich neue Erkenntnisse, Befunde oder Theorien eine wesentlich andere Sichtweise des Sachverhaltes vermitteln sollten. Innerhalb eines mehrdimensionalen Aktivierungsmodells, welches eine konkrete Differenzierung zwischen emotionaler Aktivierung und durch sensorische Stimulation ausgelöste Aktivierung beinhaltet, und auch eine Konzeption von zugrundeliegenden neurophysiologischen Aktivierungssystemen enthält, könnte die empirische Untermauerung dieser Abgrenzung im Sinne einer diskriminativen Validität erfolgen.

In Anlehnung an die Untersuchung von Larsen und Zarate (1991) könnte die, durch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung nicht tangierte, Hypothese untersucht werden, ob Reducer einen funktionellen Gebrauch von emotionsauslösenden Situationen zur Steigerung ihres Stimulationsniveaus machen.

### III. Zusammenfassung

Die seit Pavlov (1927) diskutierte Intensitätsmodulation sensorischer Afferenzen durch das ZNS wurde von westlichen Forschern (Petrie, 1967; Buchsbaum & Silverman, 1968; Vando, 1969) als biologisch determinierte, Arousal-basierte Persönlichkeitseigenschaft aufgefasst und mit der Bezeichnung Augmenting-Reducing belegt. Reducer sind hiernach durch eine generelle Abschwächung sensorischer Stimulation charakterisiert, Augmenter hingegen zeichnen sich durch eine Verstärkung sensorischer Stimulation aus. Als primäres, der inhaltlichen Bestimmung des Konstruktes zugrundeliegendes Phänomen, wurde in der vorliegenden Arbeit die Bedeutung der subjektiven Intensitätswahrnehmung hervorgehoben. Darüber hinaus ist die Modulation der subjektiv wahrgenommenen Reizintensität mit einer in psychophysiologischen Indikatoren messbaren Aktivierungsänderung verbunden. Mit Bezug auf das Konzept einer optimalen Aktivierung in einem mittleren Erregungsbereich, wird weiterhin eine Beziehung zu stimulationssuchenden und -vermeidenden Verhaltenstendenzen postuliert. Voneinander abzugrenzen sind eine permanente SIM und eine protektive SIM. Während erstere die kontinuierlich stattfindende Verarbeitung von Umweltreizen eines Intensitätsbereiches, der die Kapazität des ZNS nicht überschreitet, beschreibt, stellt letztere einen autoregulativen Schutzmechanismus des ZNS vor Überstimulation in einem potentiell schädlichen Intensitätsbereich dar. Da das Merkmal Augmenting-Reducing innerhalb der aktuellen differentiellen Psychophysiologie eher die Bedeutung einer Reaktions-Disposition im EKP, denn die eines eigenständigen Traits hat, sollte mit der vorliegenden Arbeit ein Beitrag zur Konstruktvalidierung und Abgrenzung des Geltungsbereiches geleistet werden. Ausgewählt wurden mit Indikatoren der Informationsverarbeitung beim Bearbeiten von Reaktionszeitaufgaben sowie der emotionalen Reaktivität zwei Bereiche, die bereits mit Augmenting-Reducing in Zusammenhang gebracht wurden, ohne dass hierfür jedoch eine befriedigende empirische Bestätigung und theoretische Begründung bestanden hätten. Innerhalb eines explorativen Ansatzes wurde bei mit Hilfe der RAS (Vando, 1969) klassifizierten Augmentern, Reducern und Moderates, eine multivariate Erhebung von subjektiven, psychophysiologischen und Verhaltensdaten durchgeführt.

Innerhalb der ersten experimentellen Untersuchung wurde ein Precue-Paradigma mit vierfach gestufter Vorabinformation und acht Reaktionsalternativen verwendet und die Variablen Reaktionszeit, Bewegungszeit, Entscheidungszeit, Antwortgenauigkeit, elektromyographische Reaktionen, R-LRP, N1- und P3-Komponente des ereigniskorrelierten EEG-Potentials analysiert. Reducer zeigten, wie erwartet, die schnellsten Reaktionszeiten. Da sich keine bedeutsamen Effekte innerhalb der ERP-Latenzen, der Fehleranzahl sowie der EMG-Amplituden zeigten, erscheinen folgende Erklärungen der Reaktionszeitdifferenzen als unwahrscheinlich: Stimulationssuche in motorischer Aktivität, ein speed accuracy tradeoff, Unterschiede in der Reizcodierung oder der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit. Die Differenzen in der Reaktionszeit konnten auf zwei distinkte Effekte zurückgeführt werden. Moderates zeigten im Vergleich zu Reducern sowohl eine Verlangsamung der Bewegungszeiten als auch der maximalen EMG-Auslenkung. Augmenter zeigten im Vergleich zu Reducern eine Verlangsamung der Entscheidungszeiten und des EMG-Onsets. Für den letztgenannten Befund wurde als erste mögliche Erklärung eine bewegungsvorbereitende Muskeltonuserhöhung vor der eigentlichen Antwortprogrammierung angeführt. Eine alternative Erklärung ist in Anlehnung an das Konzept Geared to react mit der Erweiterung um einen Augmenting-Reducing-spezifischen Entstehungsmechanismus vorgeschlagen worden. Demnach findet die für Reducer charakteristische Dämpfung auch bei efferenten Nervenimpulsen statt, was langfristig zu einer Adaptation der Effektoren führt und somit eine exzitatorischere Motorik bewirkt.

In der zweiten experimentellen Arbeit erfolgten Induktionen der Emotionen Angst, Trauer, Ärger, Freude und Ekel jeweils mit Hilfe einer Methode, die sensorische Stimulation beinhaltet (Darbietung von Videosequenzen) und einer Methode ohne sensorische Stimulation (Imagination). Zusätzlich wurde die Emotion Schreck nur mit Hilfe der Videodarbietung induziert. Differenzen in Abhängigkeit von Augmenting-Reducing wurden in dimensional und kategorialen subjektiven Ratings, peripher- und zentralphysiologischen Maßen sowie der Gesichtsmuskelaktivität, erfasst über das EMG, untersucht. In keinem der untersuchten Variablenbereiche zeigten sich Belege für eine systematische und theoriekonforme Abhängigkeit der emotionalen Reaktivität vom Merkmal Augmenting-Reducing. Augmenter zeigten eine emotionsunabhängige höhere

Aktivität des Zygomaticus Major. Moderates zeigten über alle Bedingungen betrachtet die höchsten subjektiven Einschätzungen der empfundenen Emotionsintensität, wobei eine nach Bedingungen differenzierte Analyse die Effekte innerhalb der subjektiven Ratings als relativ unsystematisch sowie skalen- und emotionsspezifisch erscheinen ließ.

Da die von anderen Autoren (Schwerdtfeger & Baltissen, 1999, 2002; Schwerdtfeger, 2003), berichtete stärkere peripherphysiologische Reaktivität der Augmenter bei sensorischer Stimulation nicht beobachtet werden konnte, wurde vermutet, dass diese sich nur bei reizbezogenen Reaktionen im kurzen Latenzbereich (OR und DR), wenn die Stimuli nicht zu komplex sind, zeigt. Im Sinne einer mehrdimensionalen Aktivierungsvorstellung wurde die Modulation sensorischer Stimulation und die Verarbeitung emotionaler Reize als unabhängige Prozesse mit distinkten zugrundeliegenden Systemen und nicht korrelierten Auswirkungen in psychophysiologischen Indikatoren betrachtet.

---

## Literatur

- Adelmann, P.K. & Zajonc, R.B. (1989). Facial efference and the experience of emotion. *Annual Review of Psychology*, 40, 249-280.
- Ahern, G.L. & Schwartz, G.E. (1985). Differential lateralization for positive and negative emotion in the human brain: EEG spectral analysis. *Neuropsychologia*, 23, 745-755.
- Amelang, M. & Breit, C. (1983). Extraversion and rapid tapping: Reactive inhibition or generell cortical activation as determinants of performance differences. *Personality and Individual Differences*, 4, 103-105.
- Armington, J.C. (1964a). Adaptational changes in the human electroretinogram and occipital response. *Vision Research*, 4, 179-192.
- Armington, J.C. (1964b). Relations between electroretinograms and occipital potentials elicited by flickering stimuli. *Documenta Ophthalmologica*, 18, 861-873.
- Averill, J.R. (1969). Autonomic response patterns during sadness and mirth. *Psychophysiology*, 5, 399-414.
- Averill, J.R. (1975). A semantic atlas of emotional concepts. *ISAS Catalogue of Selected Documents in Psychology*, 5, 330 (Ms. No. 421).
- Ax, A.F. (1953). The physiological differentiation between fear and anger in humans. *Psychosomatic Medicine*, 15, 433-442.
- Axelrod, J. (1963). Induced moods and attitudes toward products. *Journal of Advertising Research*, 3, 19-24.
- Baker, A.H. (1988). Kinesthetic Aftereffect and augmenting/reducing: A two-session procedure, and hence identification of stimulus-governed subjects, is contraindicated. *The Journal of Psychology*, 122 (4), 349-363.
- Barnes, G. E. (1985). The Vando R-A scale as a measure of stimulus reducing-augmenting. J. Strelau (Ed.), 1: *Theories, measurement techniques, and development. The series in clinical and community psychology* (pp. 171-180). Washington, DC, USA: Hemisphere Publishing Corp/Harper & Row Publishers.
- Barnes, G.E. (1976). Individual differences in perceptual reactance: A review of the stimulus intensity modulation individual difference dimension. *Canadian Psychological Review*, 17(1), 29-52.
- Barratt, E.S. (1993). The use of anticonvulsants in aggression and violence. *Psychopharmacology Bulletin*, 29, 75-81.
- Bartussek, D., Diedrich, O. & Naumann, E. (1994). Ereigniskorrelierte EEG-Potentiale, Extraversion und Neurotizismus. In D. Bartussek & M. Amelang (Eds.), *Fortschritte der differentiellen Psychologie und psychologischen Diagnostik. Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Kurt Pawlik* (pp. 93-113). Göttingen: Hogrefe.
- Bates, J.E. (1993). Temperament as an Emotion Construct: Theoretical and practical Issues. In M.Lewis & J.M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 382-396). New York: Guilford.

- Beagley, H.A. & Knight, J.J. (1967). Changes in auditory evoked response with intensity. *Journal of Laryngology and Otology*, 81, 861-873.
- Blenner, J. L. & Haier, R. J. (1986). Augmenting/reducing assessed by evoked potentials and the Vando scale. *Personality and Individual Differences*, 7, 889-891.
- Blenner, J. L. (1993). Development of the Stimulus Intensity Modulation Scale. *Journal of Nursing Measurement*, 1, 5-18.
- Blenner, J.L. & Yingling, C.D. (1993). Modality specificity of evoked potential augmenting/reducing. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology: Evoked Potentials*, 88, 131-142.
- Blits, B., Dinnerstein, A.J. und Lowenthal, M. (1966). Relationship between pain tolerance and kinesthetic size judgment. *Perceptual and Motor Skills*, 22, 463-469.
- Borge, G. F. (1973). Perceptual modulation and variability in psychiatric patients. *Archives of General Psychiatry*, 29(6): 760-763.
- Bower, G. (1983). Affect and cognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 302B, 387-402.
- Brebner, J. & Cooper, C. (1974). The effect of a low rate of regular signals upon the reaction times of introverts and extraverts. *Journal of Research in Personality*, 8, 263-276.
- Brebner, J. & Cooper, C. (1978). Stimulus- or response-produced excitation: A comparison of the behavior of introverts and extraverts. *Journal of Research in Personality*, 12, 306-311.
- Brebner, J. & Flavel, R. (1978). The effect of catch-trials on speed and accuracy among introverts and extraverts in a simple RT task. *The British Journal of Psychology*, 69, 9-15.
- Brebner, J. (1983). A model of extraversion. *Australian Journal of Psychology*, 35, 349-359.
- Brebner, J. (1990). Psychological and neurophysiological factors in stimulus-response compatibility. In R.W. Proctor & G.T. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integrated perspective* (pp. 241-260). Amsterdam, North-Holland: Elsevier Science Publishers.
- Broadbent, D.E. (1971). *Decision and stress*. London: Academic Press.
- Broadhurst, P.L. (1959). The interaction of task difficulty and motivation. The Yerkes-Dodson law revived. *Acta Psychologica*, 16, 321-337.
- Brocke, B., Beauducel, A. & Tasche, K. G. (1997). Biopsychological foundations of extraversion: Differential effort reactivity and state control. *Personality and Individual Differences*, 22 (4), 447-458.
- Brocke, B., Beauducel, A. & Tasche, K. G. (1999). Biopsychological bases and behavioral correlates of sensation seeking: Contributions to a multilevel validation. *Personality and Individual Differences*, 26, 1103-1123.
- Brocke, B., Tasche, K. & Beauducel, A. (1996). Biopsychological foundations of extraversion: Differential effort reactivity and the differential P300-effect. *Personality and Individual Differences*, 21, 727-738.
- Brocke, B., Beauducel, A., John, R., Debener, S. & Heilemann, H. (2000). Sensation Seeking and affective disorders: Characteristics in the Intensity Dependence of acoustic evoked potentials. *Neuropsychobiology*, 41, 24-30.

- Bromm, B. & Treede, R. (1991). Laser-evoked cerebral potentials in the assessment of cutaneous pain sensitivity in normal subjects and patients. *Revue Neurologique*, 147, 625-643.
- Bromm, B., Neitzel, H., Tecklenburg, A. & Treede, R. (1983). Evoked cerebral potentials correlates of c-fibre activity in man. *Neuroscience Letters*, 43, 109-114.
- Brookhuis, K.A., Mulder, G., Mulder, L.J.M., Gloerich, A.B.M., van Dellen, H.J., van der Meere, J.J. & Ellerman, H. (1981). Late positive components and stimulus evaluation time. *Biological Psychology*, 13, 107-123.
- Brown, S.L. & Schwartz, G.E. (1980). Relationships between facial electromyography and subjective experience during affective imagery. *Biological Psychology*, 11, 49-62.
- Brown, W.A., Corriveau, D.P. & Monti, P.M. (1977). Anger arousal by a motion picture: A methodological note. *American Journal of Psychiatry*, 134, 930-931.
- Bruneau, N., Roux, S., Garreau, B. & Lelord, G. (1985). Frontal auditory evoked potentials and augmenting-reducing. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology: Evoked Potentials*, 62, 364-371.
- Bruneau, N., Roux, S., Perse, J. & Lelord, G. (1984). Frontal evoked responses, stimulus intensity control, and the extraversion dimension. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 425, 546-550.
- Buchsbaum, M. & Pfefferbaum, A. (1971). Individual differences in stimulus intensity response. *Psychophysiology*, 8, 600-611.
- Buchsbaum, M. & Silverman, J. (1968). Stimulus Intensity Control and the Cortical Evoked Response. *Psychosomatic Medicine*, 12-22.
- Buchsbaum, M. (1974). Average evoked response and stimulus intensity in identical and fraternal twins. *Physiological Psychology*, 2, 365-370.
- Buchsbaum, M. (1976). Self-regulation of stimulus intensity: Augmenting/reducing and the average evoked response. In G. E. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation* (pp. 101-135). New York: Plenum Press.
- Buchsbaum, M., Henkin, R.I. & Christiansen, R.L. (1974). Age and sex differences in averaged evoked responses in a normal population, with observations on patients with gonadal dysgenesis. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 37, 137-144.
- Buchsbaum, M., Landau, S., Murphy, D. & Goodwin, F. (1973). Average evoked response in bipolar and unipolar affective disorders: Relationship to sex, age of onset, and monoamine oxidase. *Biological Psychiatry*, 7, 199-212.
- Buchsbaum, M.S. (1978). The average evoked response technique in differentiation of bipolar, unipolar and schizophrenic disorders. In H. Akiskal (Ed.), *Psychiatric Diagnosis: Explorations of Biological Criteria* (pp. 411-432). New York: Spectrum.
- Buchsbaum, M.S., Goodwin, F., Murphy, D. & Borge, G. (1971). AER in affective disorders. *American Journal of Psychiatry*, 128, 19-25.
- Buchsbaum, M.S., Goodwin, F., Murphy, D. & Borge, G. (1971). AER in affective disorders. *American Journal of Psychiatry*, 128, 19-25.

- Buchsbaum, M.S., Haier, R.J. & Johnson, J. (1983). Augmenting and Reducing: Individual Differences in Evoked Potentials. In A. Gale & J.A. Edwards (Eds.), *Physiological correlates of human behaviour* (Volume 3, pp. 118-138). London: Academic Press.
- Cacioppo, J.T. & Petty, R.E. (1981). Electromyograms as measures of extent and affectivity of information processing. *American Psychologist*, 36, 441-456.
- Cacioppo, J.T., Klein, D.J., Berntson, G.G. & Hatfield, E. (1993). The psychophysiology of emotion. In M.Lewis & J.M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 119-142). New York: Guilford.
- Cacioppo, J.T., Petty, R.E., Losch, M.E. & Kim, H.S. (1986). Electromyographic activity over facial muscle regions can differentiate the valence and intensity of affective reactions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 260-268.
- Cahill, J.M. & Polich, J. (1992). P300, probability, and introverted/extroverted personality types. *Biological Psychology*, 33, 23-35.
- Camras, L.A., Holland, E.A. & Patterson, M.J. (1993). Facial expression. In M. Lewis & J.M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 199-208). New York: Guilford.
- Canli, T., Zhao, Z., Desmond, J.E., Kang, E., Gross, J., Gabrieli, J.D.E. (2001). An fMRI study of personality influences on brain reactivity to emotional stimuli. *Behavioral Neuroscience*, 115, 33-42.
- Cannon, W.B. (1929). *Bodily changes in pain, hunger, fear and rage*. New York: Appleton.
- Carillo-de-la-Pena, M.T. (1999). Effects of intensity and order of stimuli presentation on AEPs: An analysis of the consistency of EP augmenting/reducing in the auditory modality. *Clinical Neurophysiology*, 110, 924-932.
- Carrillo-de-la-Pena, M. T. & Barratt, E. S. (1993). Impulsivity and ERP augmenting/reducing. *Personality and Individual Differences*, 15, 25-32.
- Carrillo-de-la-Pena, M. T. (1992). ERP augmenting/reducing and sensation seeking: A critical review. *International Journal of Psychophysiology*, 12, 211-220.
- Chapman, C.R., Colpitts, Y.M., Mayeno, J.K. & Gagliardi, G.J. (1981). Rate of stimulus repetition changes evoked potential amplitude: Dental and auditory modalities compared. *Experimental Brain Research*, 43, 246-252.
- Chatrian, G., Canfield, R.C., Knaus, T.A. & Lettich, E. (1975). Cerebral responses to electrical tooth pulp stimulation in man. *Neurology*, 25, 745-757.
- Chatrian, G., Canfield, R.C., Lettich, E. & Black, R.G. (1974). Cerebral responses to electrical stimulation of tooth pulp in man. *Journal of Dental Research*, 53, 1299.
- Christensen, C.A., Ford, J.M. & Pfefferbaum, A. (1996). The effect of stimulus-response incompatibility on P3 latency depends on the task but not on age. *Biological Psychology*, 44, 121-141.
- Cobb, W.A. & Dawson, G.D. (1960). The latency and form in man of the occipital potentials evoked by bright flashes. *J. Physiol., Lond.* 152, 108.
- Cohn, N.B., Dustman, R.E. & Shearer, D.E. (1985). The effect of age, sex and interstimulus interval on augmenting and reducing of occipital VEPs. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology: Evoked Potentials*, 62, 177-183.

- Coles, M.G.H. (1989). Modern mind-brain reading: Psychophysiology, physiology, and cognition. *Psychophysiology*, 26, 251-269.
- Coles, M.G.H., Smid, H.G.O.M., Scheffers, M.K. & Otten, L.J. (1995). Mental chronometry and the study of human information processing. In M.D. Rugg & M.G.H. Coles (Eds.), *Electrophysiology of mind. Event-related brain potentials and cognition* (pp. 86-131). New York: Oxford University Press.
- Connolly, J. F. & Gruzelier, J. H. (1982). Amplitude and latency changes in the visual evoked potential to different stimulus intensities. *Psychophysiology*, 19, 599-608.
- Darrow, C.W. (1936). The galvanic skin reflex (sweating) and blood-pressure as preparatory and facilitative functions. *Psychol. Bull.*, 33, 73-94.
- Darwin, C. (1872). *The Expression of Emotion in Man and Animals*. London: Murray.
- Davey, G.C. (1987). Integrating human and animal theories of conditioning. *Journal of psychophysiology*, 1, 105-108.
- Davidson, R.J. (1992a). Emotion and affective style: Hemispheric substrates. *Psychological Science*, 3, 39-43.
- Davidson, R.J. (1992b). Prolegomenon to the structure of emotion: Gleanings from neuropsychology. *Cognition and Emotion*, 6, 245-268.
- Davidson, R.J. (1993a). Cerebral asymmetry and emotion: Conceptual and methodological conundrums. *Cognition and Emotion*, 7, 115-138.
- Davidson, R.J. (1993b). The neuropsychology of emotion and affective style. In M. Lewis & J.M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 143-154). New York: Guilford.
- Davidson, R.J. (1993c). Parsing affective space: Perspectives from neuropsychology and psychophysiology. *Neuropsychology*, 7, 464-475.
- Davidson, R.J., Schaffer, C.E. & Saron, C. (1985). Effects of lateralized presentations of faces on self-reports of emotion and EEG asymmetry in depressed and non-depressed subjects. *Psychophysiology*, 22, 353-364.
- Davis, C., Cowles, M. & Kohn, P. (1984). Behavioural and physiological aspects of the augmenting-reducing dimension. *Personality and Individual Differences*, 5, 683-691.
- Davis, C., Cowles, M., Kohn, P. (1983). Strength of the nervous system and augmenting-reducing: paradox lost. *Personality and Individual Differences*, 4, 491-498.
- Davis, H. & Zerlin, S. (1966). Acoustic relations of the human vertex potential. *Journal of the Acoustical Society of America*, 21, 105-113.
- DeVoe, R., Ripps, H. & Vaughan, H.G. (1968). Cortical responses to stimulation of the human fovea. *Vision Research*, 8, 135-147.
- Diamond, S., Balvin, R.S. & Diamond, F.R. (1963). *Inhibition and Choice*. New York: Harper.
- Diamond, S.P. (1964). Input-output relations. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 112, 160.
- Dickman, S. J. & Meyer, D. E. (1988). Impulsivity and speed-accuracy tradeoffs in information processing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54 (2), 274-290.
- Dimberg, U. & Thell, S. (1988). Facial electromyography, fear relevance and the experience of stimuli. *Journal of Psychophysiology*, 2, 213-219.
- Dimberg, U. (1982). Facial reactions to facial expression. *Psychophysiology*, 19, 643-647.

- Dimberg, U. (1986). Facial expressions as excitatory and inhibitory stimuli for conditioned autonomic responses. *Biological Psychology*, 22, 37-57.
- Dimberg, U. (1990). Facial electromyographic reactions and autonomic activity to auditory stimuli. *Biological Psychology*, 31, 137-147.
- Dinnerstein, A.J., Lowenthal, M., Marion, R.B. und Olivo, J. (1962). Pain tolerance and kinesthetic aftereffect. *Perceptual and Motor Skills*, 15, 247-250.
- Ditraglia, G.M. & Polich, J. (1991). P300 and introverted/extraverted personality types. *Psychophysiology*, 28, 177-184.
- Donchin, E., Karis, D., Bashore, T.R., Coles, M.G.H. & Gratton, G. (1986). Cognitive Psychophysiology and information processing. In M.G.H. Coles, E. Donchin & S. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, Processes and Applications* (pp. 244-266). New York, NY: Guilford Press.
- Donders, F.C. (1868/1969). On the speed of mental processes. In W.G. Koster (Ed.), *Attention and performance II* (pp. 412-431). Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Doucet, C. & Stelmack, R. M. (1997). Movement time differentiates extraverts from introverts. *Personality and Individual Differences*, 23 (5), 775-786.
- Doucet, C. & Stelmack, R. M. (1999). The effect of response execution on P3 latency, reaction time, and movement time. *Psychophysiology*, 36, 351-363.
- Doucet, C. & Stelmack, R.M. (2000). An event-related potential analysis of extraversion and individual differences in cognitive processing speed and response execution. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78, 956-964.
- Dragutinovich, S. (1987a). Stimulus intensity reducers: Are they sensation seekers, extraverts, and strong nervous types? *Personality and Individual Differences*, 8, 693-704.
- Dragutinovich, S. (1987b). Measurement and definition of changes in the visual evoked potential to different stimulus intensities. *International Journal of Psychophysiology*, 5, 125-133.
- Dragutinovich, S. (1987c). Australian factorial confirmation of Vando's Reducer-Augmenter Scale. *Personality and Individual Differences*, 8, 489-497.
- Duffy, E. (1957). The psychological significance of the concept of arousal or activation. *Psychol. Rev.*, 64, 265-275.
- Duncan-Johnson, C.C. (1981). P300 latency: A new metric of information processing. *Psychophysiology*, 18, 207-215.
- Dustman, R.E., Shearer, D.E. & Emmerson, R.Y. (1991). Evoked potentials and EEG suggest CNS inhibitory deficits in aging. In D. Armstrong (Ed.), *The effects of aging and environment on vision* (pp. 159-177). New York: Plenum.
- Dustman, R.E., Shearer, D.E. & Snyder, E.W. (1982) Age differences in augmenting/reducing of occipital visually evoked potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 54, 99-110.
- Eckman, P. & Friesen, W.V. (1975). *Unmasking the Face*. Englewood Cliffs, NY: Prentice-Hall.
- Eckman, P. & Friesen, W.V. (1978). *The Facial Action Coding System: A technique for the measurement of facial movement*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.

- Ekman, P. (1984). Expression and the nature of emotion. In K.R. Scherer & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion: A book of readings* (pp. 319-343). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ekman, P., Friesen, W.V., Ellsworth, P. (1972). *Emotion in the human face*. Elmsford, NY: Pergamon Press.
- Ekman, P., Levenson, R.W. & Friesen, W.V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221, 1208-1210.
- Ekman, P., Wallace, V. & Friesen, W.V. (1978). *The facial action coding system*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.
- Ekman, P., Sorenson, E.R. & Friesen, W. (1969). Pancultural elements in facial displays of emotion. *Science*, 164, 86-88.
- Ellsworth, P.C. (1994). William James and emotion: Is a century of fame worth a century of misunderstanding? *Psychological Review*, 101, 222-229.
- Engel, G.L., Frader, M., Barry, C. & Morrow, G.R. (1984). Sadness evoked by a film on grief: An experimental study. *International Journal of Psychiatry in Medicine*, 14, 1-30.
- Eriksen, C.W. & Schultz, D.W. (1979). Information processing in visual search: a continuous flow conception and experimental results. *Perception and Psychophysics*, 25, 249-263.
- Expósito, J. & Andrés-Pueyo, A. (1997). The effects of impulsivity on the perceptual and decision stages in a choice reaction time task. *Personality and Individual Differences*, 22, 693-697.
- Eysenck, H. J. (1967). *The biological basis of personality*. Springfield: Thomas.
- Eysenck, H.J. (1957). *The dynamics of anxiety and hysteria*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Eysenck, H.J. (1967). *The biological basis of personality*. Springfield, Illinois.: Charles C Thomas.
- Eysenck, H.J. (1985). *Personality and individual differences. A natural science approach*. New York: Plenum Press.
- Eysenck, H.J. (1994). Personality. Biological Foundations. In P.A. Vernon (Ed.). *The neuropsychology of individual differences* (pp.151-207). San Diego: Academic Press.
- Fahrenberg, J. & Förster, F. (1982). Covariation and consistency of activation parameters. *Biological Psychology*, 15, 151-169.
- Fahrenberg, J. (1983). Psychophysiologische Methodik. In K.J. Groffman & L. Michel (Eds.) *Verhaltensdiagnostik, Bd. 4* (p.1-192). Göttingen: Hogrefe.
- Ferrando-i-Piera, P. J., Vigil-i-Colet, A., Tous-i-Pallares, J. & Lorenzo-i-Seva, U. (1993). Spanish adaptation of the Reducer-Augmenter Scale: Relations with EPI-A scales. *Personality and Individual Differences*, 14, 513-518.
- Fiori, N., Ragot, R. & Renault, B. (1992). Effect of target position on the sequential organization of processing stages. *Biological Psychology*, 33, 157-171.
- Fox, N.A. & Davidson, R.J. (1988). Patterns of brain electrical activity during facial signs of emotion in 10-month-old infants. *Developmental Psychology*, 24, 230-236.
- Fridlund, A.J. & Cacioppo, J.T. (1986). Guidelines for Human Electromyographic Research. *Psychophysiology*, 23 (5), 567-589.
- Fridlund, A.J. & Izard, C.E. (1983). Electromyographic studies of facial expressions of emotions and patterns of emotions. In J.T. Cacioppo & R.E. Petty (Eds.), *Social psychophysiology: A sourcebook* (pp. 243-286). New York: Guilford.

- Fridlund, A.J., Schwartz, G.E. & Fowler, S.C. (1984). Pattern recognition of self-reported emotional state from multiple-site facial EMG activity during affective imagery. *Psychophysiology*, 21, 622-637.
- Funkenstein, D.H., King, S.H. & Drolette, M. (1954). The direction of anger during a laboratory stress-inducing situation. *Psychosomatic Medicine*, 16, 404-413.
- Gerrards-Hesse, A., Spies, K. & Hesse, F.W. (1994). Experimental inductions of emotional states and their effectiveness: A review. *British Journal of Psychology*, 85, 55-78.
- Goldman, D., Kohn, P. M. & Hunt, R. W. (1983). Sensation seeking, augmenting-reducing, and absolute auditory threshold: A strength-of-the-nervous-system perspective. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 405-411.
- Goldsmith, H.H. (1993). Temperament: Variability in developing emotion systems. In M.Lewis & J.M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 353-364). New York: Guilford.
- Goller, H. (1992). *Emotionspsychologie und Leib-Seele-Problem*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Goodenough, D.R., Witkin, H.A., Koulack, D. & Cohen, H. (1975). The effects of stress films on dream affect and on respiration and eye-movement activity during rapid-eye-movement sleep. *Psychophysiology*, 12, 313-320.
- Goodman, D. & Kelso, J.A.S. (1980). Are movements prepared in parts? Not under compatible (naturalized) conditions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109(4), 475-495.
- Gopher, D. (1986). In defence of resources: on structures, energies, pools and allocation of attention. In R.J. Hockey, A.W.K. Gaillard & M.G.H. Coles (Eds.), *Energetics and Human Information Processing*, (pp. 353-371). Dordrecht: Martinus Nijhoff.
- Gratton, G., Coles, M.G.H., Sirevaag, E.J., Eriksen, C.W. & Donchin, E. (1988). Pre- and poststimulus activation of response channels: a psychophysiological analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 331-344.
- Gray, J.A. (1964). Strength of the nervous system and levels of arousal: A reinterpretation. In: J.A. Gray (Ed.), *Pavlov's Typology* (pp. 289-364). New York: Pergamon Press.
- Gray, J.A. (1964). Strength of the nervous system as a dimension of personality in man: A review of work from the laboratory of B.M. Teplov. In: J.A. Gray (Ed.), *Pavlov's Typology* (pp. 157-287). New York: Pergamon Press.
- Gray, J.A. (1975). *Elements of a two-process theory of learning*. New York: Academic Press.
- Gray, J.A. (1981). A critique of Eysenck's theory of personality. In H.J. Eysenck (Ed.), *A model for personality*. New York: Springer.
- Gray, J.A. (1982). *The neuropsychology of anxiety: An inquiry into the functions of the septo-hippocampal system*. Oxford: Clarendon Press.
- Gray, J.A. (1991). Fear, Panic, and Anxiety: What's in a Name? *Psychological Inquiry*, 2, 77-78.
- Gross, J. J. & Levenson, R. W. (1995). Emotion elicitation using films. *Cognition and Emotion*, 9 (1), 87-108.
- Haagh, S.A.V.M. & Brunia, C.H.M. (1985). Anticipatory response-relevant muscle activity, CNV amplitude and simple reaction time. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 61, 30-39.

- Hackley, S.A. & Valle-Inclan, F. (1998). Automatic alerting does not speed late motoric processes in a reaction-time task. *Nature*, 391, 786-788.
- Hagemann, D., Naumann, E., Becker, G., Maier, S. & Bartussek, D. (1998). Frontal brain asymmetry and affective style: A conceptual replication. *Psychophysiology*, 35, 372-388.
- Hagemann, D., Naumann, E., Maier, S., Becker, G., Lürken, A. & Bartussek, D. (1999). The assessment of affective reactivity using films: Validity, reliability and sex differences. *Personality and Individual Differences*, 26, 627-639.
- Harman, D. & Ray, W.J. (1977). Hemispheric activity during affective verbal stimuli: An EEG study. *Neuropsychologia*, 15, 457-460.
- Hebb, D.O. (1955). Drives and the c.n.s. (conceptual nervous system). *Psychol. Rev.*, 62, 243-254.
- Hegerl, U. & Juckel, G. (1993). Intensity dependence of auditory evoked potentials as an indicator of central serotonergic neurotransmission: A new hypothesis. *Biological Psychiatry*, 33, 173-187.
- Hegerl, U. & Juckel, G. (1994). Auditory evoked dipole source activity: Indicator of central serotonergic dysfunction in psychiatric patients. *Pharmacopsychiatry*, 27, 75-78.
- Hegerl, U. (1994). Event-related potentials in psychiatry: A new perspective. *Pharmacopsychiatry*, 27, 47-48.
- Hegerl, U., Gallinat, J. & Mrowinski, D. (1995). Sensory cortical processing and the biological basis of personality. *Biological Psychiatry*, 37, 467-472.
- Hegerl, U., Karnauchow, I., Herrmann, W. M. & Mueller-Oerlinghausen, B. (1992). Intensity dependence of auditory evoked N1/P2 component and personality. *Neuropsychobiology*, 26, 166-172.
- Hegerl, U., Prochno, I., Ullrich, G. & Müller-Oerlinghaus, B. (1989). Sensation Seeking and auditory evoked potentials. *Biological Psychiatry*, 25, 179-190.
- Hendrickx, C. & Lilly, R.S (1970). The structure of mood: A comparison between sleep deprivation and normal wakefulness conditions. *Journal of Personality*, 38, 453-465.
- Hermann, T. (1969). *Lehrbuch der empirischen Persönlichkeitsforschung*. Göttingen: Hogrefe.
- Herzog, T.R., Williams, D.M. & Weintraub, D.J. (1985). Meanwhile, back at personality ranch: The augmenters and reducers ride again. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 1342-1352.
- Hillyard, S.A. & Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. *Annual Review of Psychology*, 34, 33-61.
- Hillyard, S.A. (1981). Selective auditory attention and early event-related potentials: A rejoinder. *Canadian Journal of Psychology*, 35, 159-174.
- Hillyard, S.A., Picton, T.W. & Regan, D.M. (1978). Sensation, perception and attention: Analysis using ERP's. In E. Callaway, P. Tueting & S.H. Koslow (Eds.), *Event-Related potentials in man* (pp. 223-322). New York: Academic Press.
- Hillyard, S.A., Mangun, G.R., Woldorff, M.G. & Luck, S.J. (1995). Neural systems mediating selective attention. In M.S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 665-681). Cambridge, MA: MIT Press.

- Homan, R.W., Herman, J. & Purdy, P. (1987). Cerebral location of international 10-20 system electrode placement. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 66, 376-382.
- Houstan, R.J. & Stanford, M.S. (2001). Mid-latency evoked potentials in self-reported impulsive aggression. *International Journal of Psychophysiology*, 40, 1-15.
- Hubert, W. (1988). *Emotionale Reaktionsmuster und Cortisoländerungen im Speichel*. Frankfurt: Verlag Peter Lang.
- Hubert, W. & de Jong-Meyer, R. (1990). Psychophysiological response patterns to positive and negative film stimuli. *Biological Psychology*, 31, 73-93.
- Iacono, W. G., Gabbay F. H. & Lykken, D. T. (1982). Measuring the average evoked response to light flashes: the contribution of eye-blink to augmenting-reducing. *Biological Psychiatry*, 17, 897-911.
- Izard, C.E. (1972). *Patterns of emotions*. New York: Academic Press.
- James, W. (1884). What is an emotion? *Mind*, 19, 188-205.
- Jansen, D.M. & Frijda, N. (1994). Modulation of acoustic startle response by film-induced fear and sexual arousal. *Psychophysiology*, 31, 565-571.
- Jasper, H.H. (1958). The ten-twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Jensen, R.A. & Munro, E. (1979). Reaction time, movement time, and intelligence. *Intelligence*, 3, 121-126.
- Juckel, G., Csepe, V., Molnar, M., Hegerl, U., Karmos, G. (1996). Intensity dependence of auditory evoked potentials in behaving cats. *Electroencephal Clin Neurophysiology*, 100, 527-537.
- Juckel, G., Hegerl, U., Molnar, M., Csepe, V., Karmos, G. (1999). Auditory evoked potentials reflect serotonergic neuronal activity – A study in behaving cats administered drugs acting on 5-HT<sub>1A</sub> autoreceptors in the dorsal raphe nucleus. *Neuropharmacology*, 21, 6, 710-716.
- Juckel, G., Molnar, M., Hegerl, U., Csepe, V., Karmos, G. (1997). Auditory evoked potential as indicator of brain serotonergic activity – first evidence in behaving cats. *Biological Psychiatry*, 41, 1181-1195.
- Kaskey, G.B., Salzman, L.F., Klorman, R. & Pass, H.L. (1980). Relationships between stimulus intensity and amplitude of visual and auditory event related potential. *Biological Psychology*, 10, 115-125.
- Katsikitsi, M. & Brebner, J. (1981). Individual differences in the effects of personal space invasion: A test of the Brebner-Cooper model of extraversion. *Personality and Individual Differences*, 2, 5-10.
- Keltner, D., Ellsworth, P.C. & Edwards, K. (1993). Beyond simple pessimism: Effects of sadness and anger on social perception. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64, 740-752.
- Keuss, P.J. & Orlebeke, J.F. (1977). Transmarginal inhibition in a reaction time task as a function of extraversion and neuroticism. *Acta Psychologica*, 41, 139-150.
- Khechinashvili, S.N., Kevanishvili, Z. & Kajaia, O.A. (1973). Amplitude and latency studies of the averaged auditory evoked responses to tones of different intensities. *Acta Otolaryngologica*, 76, 395-401.

- Kleinginna, P.R. & Kleinginna, A.M. (1981). A categorized list of emotion definitions with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5, 345-379.
- Köhler, W., Dinnerstein, D. (1947). Figural after effects in kinesthesia. In A. Michotte (Ed.), *Miscellanea Psychologica* (pp.196-220). Paris: Joseph Vrin.
- Köhler, W., Wallach, H. (1944). Figural after-effects. *Proc. Am. Phil. Soc.*, 88, 269-357.
- Kohn, P. M., Hunt, R. W. & Hoffmann, F. M. (1982). Aspects of experience seeking. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 14, 13-23.
- Kohn, P.M. (1985). Sensation Seeking, augmenting-reducing, and strength of the nervous system. In J.T. Spence & C. Izard (Eds.), *Motivation, emotion, and personality: Proceedings of the XXIII International Congress of Psychology* (pp. 167-173). Amsterdam: North Holland-Elsevier.
- Kohn, P.M. (1987). Issues in the measurement of arousability. In J. Strelau & H.J. Eysenck (Eds.), *Personality dimensions and arousal* (pp. 233-247). New York: Plenum Press.
- Kohn, P.M. (1991). Reactivity and anxiety in the laboratory and beyond. In J. Strelau & A. Angleitner (Eds.), *Explorations in Temperament: International perspectives on theory and measurement* (pp. 273-286). London: Plenum Press.
- Kohn, P.M., Barnes, G.E. & Hoffman, F.M. (1979). Drug-use history and experience seeking among adult correctional inmates. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 47, 708-715.
- Kohn, P.M., Coulas, J.T. (1985). Sensation Seeking, Augmenting-Reducing, and the perceived and preferred effects of drugs. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(1), 99-106.
- Kohn, P.M., Cowles, M.P., Lafreniere, K. (1987). Relationships between psychometric and experimental measures of arousability. *Personality and Individual Differences*, 8, 225-231.
- Kohn, P.M., Hunt, R.W., Cowles, M.P., Davis, C.A. (1986). Factor structure and construct validity of the Vando Reducer-Augmenter Scale. *Personality and Individual Differences*, 7, 57-64.
- Kok, A. (1997). Event-related-potential (ERP) reflections of mental resources: A review and synthesis. *Biological Psychology*, 45, 19-56.
- Kollar, A. (1971). Die Beziehungen zwischen Lautstärke, Latenzzeit und Amplitude in der EEG-Audiometrie. *Mtschr. Ohrenheilk. (Wien)*, 105, 49-59.
- Kornhuber, H.H. & Deecke, L. (1965). Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und reafferente Potentiale. *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, 47, 229-238.
- Kramer, C.J., Hofman, W.F., Elton, M. & Kerkhof, G.A. (1996). The augmenting-reducing paradigm studied with visually evoked potentials in normal aging. *Journal of Psychophysiology*, 10, 319-325.
- Kutas, M. & Donchin, E. (1980). Preparation to respond as manifested by movement-related brain potentials. *Brain Research*, 202, 95-115.
- Kutas, M., McCarthy, G. & Donchin, E. (1977). Augmenting mental chronometry: the P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science*, 197, 792-795.

- Lacey, B.C. & Lacey, J.I. (1974). Studies of heart rate and other bodily processes in sensorimotor behavior. In P.A. Obrist, A.H. Black, J. Brenner & L.V. DiCara (Eds.), *Cardiovascular Psychophysiology* (pp. 538-564). Chicago: Aldine.
- Lacey, J.I. (1967). Somatic response patterning and stress: Some revisions of activation theory. In M.H. Appley & R. Trumbull (Eds.), *Psychological stress* (pp.14-37). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Lang, P.J. (1980). Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications. In J.B. Sidowski, J.H. Johnson, T.A. Williams (Eds.), *Technology in mental health care delivery systems* (119-137). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corp.
- Lang, P.J. (1979). A bio-informational theory of emotional imagery. *Psychophysiology*, 16, 495-512.
- Lang, P.J., Levin, D.N., Miller, G.A. & Kozak, M.J. (1983). Fear behavior, fear imagery, and the psychophysiology of emotion: The problem of affective response integration. *Journal of Abnormal Psychology*, 92, 276-306.
- Lang, P.J., Bradley, M.M. & Cuthbert, B.N. (1995). *The International Affective Picture System (IAPS): Photographic Slides*. University of Florida: The center for Research in Psychophysiology.
- Lang, P.J., Ohman, A. & Vaitl, D. (1988). *The international affective picture system* (photographic slides). Center for Research in Psychophysiology, Gainesville, FL: University of Florida.
- Larsen, R. J. & Zarate, M. A. (1991). Extending reducer/augmenter theory into the emotion domain: the role of affect in regulating stimulation level. *Personality and Individual Differences*, 12, 713-723.
- Larsen, R.J. & Zarate, M.A. (1991). Extending reducer/augmenter theory into the emotion domain: The role of affect in regulating stimulation level. *Personality and Individual Differences*, 12, 713-723.
- Lazarus, R.S. & Alfert, E. (1964). Short-circuiting of threat by experimentally altering cognitive appraisal. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 69, 195-205.
- Lazarus, R.S., Averill, J.R. & Opton, E.M.jr. (1977). Ansatz zu einer kognitiven Gefühlstheorie. In N. Birbaumer (Ed.), *Psychophysiologie der Angst* (pp. 182-207). München: Urban & Schwarzenberg.
- Lazarus, R.S., Speisman, J.C., Mordkoff, A.M. & Davison, L.A. (1962). A laboratory study of psychological stress produced by a motion picture film. *Psychological Monographs*, 76 (gesamte Nummer 553).
- Leonard, J.A. (1953). Partial advance information in a choice reaction task. *British Journal of Psychophysiology*, 49, 89-96.
- Leuthold, H. & Sommer, W. (1998). Postperceptual effects and P300 latency. *Psychophysiology*, 35, 34-46.
- Leuthold, H., Sommer, W. & Ulrich, R. (1996). Partial advance information and response preparation: Inferences from the lateralized readiness potential. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125(3), 307-323.

- Levenson, R.W. (1988). Emotion and the autonomic nervous system: A prospectus for research on autonomic specificity. In H.L. Wagner (Ed.), *Social psychophysiology and emotion: Theory and clinical applications* (pp. 17-42). Chichester: Wiley.
- Levenson, R.W., Ekman, P. & Friesen, W.V. (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363-384.
- Leventhal, H. (1984). A perceptual motor theory of emotion. In K.R. Scherer & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion: A book of readings* (pp. 271-291). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Levison, C.A. (1963). Perceived similarity and the judgement of mood in others. *Journal of Social Psychology*, 61, 99-110.
- Lewis, M. (1993). The emergence of human emotions. In M.Lewis & J.M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 223-235). New York: Guilford.
- Lindsley, D.B. (1951). Emotion. In S.S. Stevens (Ed.) *Handbook of experimental psychology* (pp. 473-516). New York: Wiley.
- Lolas, F., Camposano, S. & Etcheberrigaray, R. (1989). Augmenting/reducing and personality: A psychometric and evoked potential study in a Chilean sample. *Personality and Individual Differences*, 10, 1173-1176.
- Lolas, F., Camposano, S. & Etcheberrigaray, R. (1989). Augmenting/reducing and personality: A psychometric and evoked potential study in a Chilean sample. *Personality and Individual Differences*, 10, 1173-1176.
- Lolas, F., Collin, C., Camposano, S. & Etcheberrigaray, R. (1987). Hemispheric asymmetry of augmenting/reducing in visual and auditory evoked potentials. *Biological Psychiatry*, 22, 1413-1416.
- Luciano, D.J., Devinsky, O. & Perrine, K. (1993). Crying seizures. *Neurology*, 43, 2113-2117.
- Lukas J. H. (1981). Human augmenting-reducing and sensation seeking. *Psychophysiology*, 19, 333-334.
- Lukas, J. H. & Mullins, L. F. (1983). Auditory augmenting-reducing and sensation seeking. *Psychophysiology*, 20, 457.
- Lukas, J. H. & Mullins, L. F. (1985). Auditory augmenters are sensation seekers and perform better under high workloads. *Psychophysiology*, 22, 580-581.
- Lukas, J. H. (1987). Visual evoked potential augmenting-reducing and personality: The vertex augmenter is a sensation seeker. *Personality and Individual Differences*, 8, 385-395.
- Lukas, J.H. & Siegel, J. (1977). Cortical mechanisms that augment or reduce evoked potentials in cats. *Science*, 196, 73-75.
- Machleidt, W., Gutjahr, L. & Mügge, A.C.H.H. (1989). *Grundgefühle. Phänomenologie, Psychodynamik, EEG-Spektralanalytik*. Berlin: Springer.
- Magliero, A., Bashore, T.R., Coles, M.G.H. & Donchin, E. (1984). On the dependence of P300 latency on stimulus evaluation processes. *Psychophysiology*, 21, 171-186.
- Mahoney, J., Shumate, M., Worthington, E.L. (1980). Is the Vando scale a valid measure of perceptual reactance? *Perceptual and Motor Skills*, 51, 1035-1038.
- Malmo, R.B. (1957). Anxiety and behavioral arousal. *Psychol. Rev.*, 64, 276-287.
- Malmo, R.B. (1959). Activation: a neuropsychological dimension, *Psychol. Rev.*, 66, 367-386.

- Mangun, G.R. & Hillyard, S.A. (1991). Modulations of sensory-evoked brain potentials indicate changes in perceptual processing during visual-spatial priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 1057-1074.
- Mangun, G.R. (1995). Neural mechanisms of visual selective attention. *Psychophysiology*, 32, 4-18.
- Marco, J. (1972). Cortical audiometry. *Acta Otolaryngologica*, 73, 197-202.
- Marston, A., Hart, J., Hileman, C., & Faunce, W. (1984). Toward the laboratory study of sadness and crying. *American Journal of Psychology*, 97, 127-131.
- McCarthy, G. & Donchin, E. (1981). A metric for thought: A comparison of P300 latency and reaction time. *Science*, 211, 77-80.
- McClelland, J.L. (1979). On the time relations of mental processes: an examination of processes in cascade. *Psychological Review*, 86, 287-330.
- McHugo, G.J., Smith, G.A. & Lanzetta, J.T. (1982). The structure of self-reports of emotional responses to film segments. *Motivation and Emotion*, 6(4), 365-385.
- Mewborn, C.R. & Rogers, R.W. (1979). Effects of threatening and reassuring components of fear appeals on physiological and verbal measures of emotion and attitudes. *Journal of Experimental Social Psychology*, 15, 242-253.
- Miller, J. & Hackley, S.A. (1992). Electrophysiological evidence for temporal overlap among contingent mental processes. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121, 195-209.
- Miller, J. (1982). Discrete versus continuous stage models of human information processing: in search of partial output. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 273-279.
- Miller, J., Patterson, T. & Ulrich, R. (1998). Jackknife-based method for measuring LRP onset latency differences. *Psychophysiology*, 35, 99-115.
- Miltner, W., Braun, C. & Larbig, W. (1988). Effects of attention and stimulus probability on the P300 complex of pain stimulus-induced somatosensory evoked potentials. *Psychophysiology*, 25, Suppl., 471.
- Miltner, W.H.R. & Weiss, T. (2000). Korrelate der kortikalen Schmerzverarbeitung – eine Übersicht. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 11, 97-106.
- Miltner, W.H.R. (1998). Psychophysiologie des Schmerzes. In F. Rösler (Ed.), *Enzyklopädie der Psychologie* (Themenbereich C, Serie 1, Band 5, pp. 479-537). Göttingen: Hogrefe.
- Moore, E.J. & Rose, D.E. (1969). Variability of latency and amplitude of acoustically evoked responses to pure tones of moderate to high intensity. *International Audiology*, 8, 172-181.
- Mulert, C., Gallinat, J., Dor, H., Herrmann, W.H. & Winterer, G. (2003). The relationship between reaction time, error rate and anterior cingulate cortex activity. *International Journal of Psychophysiology*, 47, 175-183.
- Mullins, J. F. & Lukas, J. H. (1984). Auditory augmenters are sensation seekers - if they attend the stimuli. *Psychophysiology*, 21, 589.
- Nebylitsyn, V.D. (1964). An investigation of the connection between sensitivity and strength of the nervous system. In: J.A. Gray (Ed.), *Pavlov's Typology* (pp. 402-445). New York: Pergamon Press.

- Nebylitsyn, V.D. (1972a). *Fundamental properties of the human nervous system*. New York: Plenum Press.
- Nebylitsyn, V.D. (1972b). The problem of general and partial properties of the nervous system. In V.D. Nebylitsyn & J.A. Gray (Eds.), *Biological bases of individual behavior*. New York: Academic Press.
- Nelson, C.A. (1994). Neural bases of infant temperament. In J.E. Bates & T.D. Wachs (Eds.), *Temperament: Individual differences at the interface of biology and behavior* (pp. 47-82). Washington, DC: American Psychological Association.
- Netter, P. & Rammsayer, T. (1989). Serotonergic effects on sensory and motor responses in extraverts and introverts. *International Clinical Psychopharmacology*, 4, 21-26.
- Newman, J.P. (1987). Reaction to Punishment in Extraverts and Psychopaths: Implications for the Impulsive Behavior of Disinhibited Individuals. *Journal of Research in Personality* 21, 464-480.
- Notarius, C.I. & Levenson, R.W. (1979). Expressive tendencies and physiological response to stress. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 1204-1210.
- Nowlis, V. & Green, R.F. (1964). *Factor analytic studies of mood*. Technical Report, Office of Naval Research: Contract No. Nonr-668(12).
- Nowlis, V. & Nowlis, H.H. (1956). The description and analysis of mood. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 65, 345-355.
- Nowlis, V. (1965). Research with the Mood Adjective Check List. In S.S. Tomkins & C.E. Izard (Eds.), *Affect, cognition and personality*. New York: Springer.
- Orlebeke, J. F., Kok, A. & Zeilemaker, C. W. (1989). Disinhibition and the processing of auditory stimulus intensity: an ERP study. *Personality and Individual Differences*, 10, 445-451.
- Orlebeke, J.F., van der Molen, M.W., Dolan, C. & Stoffels, E.J. (1990). The additive factor logic applied to the personality trait disinhibition. *Personality and Individual Differences*, 11(6), 553-558.
- Ortiz, T. & Maojo, V. (1993). Comparison of the P300 wave in introverts and extraverts. *Personality and Individual Differences*, 15, 109-112.
- Osgood, C.E. (1966). Dimensionality of the semantic space for communication via facial expressions. *Scandinavian Journal of Psychology*, 7, 1-70.
- Osgood, C.E. (1969). On the whys and wherefores of E, P, and A. *Journal of Personality and Social Psychology*, 12, 194-199.
- Osgood, C.E., Suci, G.J. & Tannenbaum, P.H. (1957). *The measurement of meaning*. Urbana: University of Illinois Press.
- Osman, A.M. & Moore, C.M. (1993). The locus of dual-task interference: Psychological refractory effects on movement-related brain potentials. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 1292-1312.
- Osman, A.M., Bashore, T.R., Coles, M.G.H., Donchin, E. & Meyer, D.E. (1992). On the transmission of partial information: Inferences from movement-related brain potentials. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 217-232.

- Pavlov, I.P. (1927). *Conditioned Reflexes. Übersetzt und Herausgegeben von G.V. Anrep. Oxford: University Press.*
- Pavlov, I.P. (1928). *Lectures on Conditioned Reflexes. Vol. 1. Übersetzt und Herausgegeben von W.H. Gantt. New York: International Publishers.*
- Pavlov, I.P. (1972). *Die bedingten Reflexe. München: Kindler Verlag.*
- Petrie, A. (1952). *Personality and the frontal lobes.*
- Petrie, A. (1967). *Individuality in pain and suffering. Chicago, Illinois: University of Chicago Press.*
- Petrie, A. (1967). *Individuality in pain and suffering. Chicago, Illinois: University of Chicago Press.*
- Petrie, A. (1978). *Individuality in pain and suffering (2nd ed.). Chicago, Illinois: University of Chicago Press.*
- Petrie, A., Collins, W., Solomon, P. (1958). Pain sensitivity, sensory deprivation and susceptibility to satiation. *Science, 128, 1431-1433.*
- Petrie, A., Collins, W., Solomon, P. (1960). The tolerance for pain and for sensory deprivation. *Amer. J. Psychol., 73, 80-90.*
- Philippot, P. (1993). Inducing and assessing differentiated emotion-feeling states in the laboratory. *Cognition and Emotion, 7, 171-193.*
- Picton, T.W., Goodman, W.S. & Bryce, D.P. (1970). Amplitude of evoked responses to tones of high intensity. *Acta Otolaryngologica, 70, 77-82.*
- Pillard, R.C., McNair, D.M. & Fisher, S. (1974). Does marijuana enhance experimentally induced anxiety? *Psychopharmacologia, 40, 205-210.*
- Plutchik, R. (1980). *Emotion: A psychoevolutionary synthesis. New York: Harper & Row.*
- Polich, J. & Martin, S. (1992). P300, cognitive capability, and personality: A correlational study of university undergraduates. *Personality and Individual Differences, 13, 533-543.*
- Polivy, J. (1981). On the induction of emotion in the laboratory: Discrete mood or multiple affect states? *Journal of Personality and Social Psychology, 41, 803-817.*
- Posner, M.I. (1978). *Chronometric Explorations of Mind. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.*
- Powell, G.E. (1981). A Survey of the Effects of Brain Lesions upon Personality. In H.J. Eysenck (Hg.), *A Model for Personality* (pp. 65-87). Berlin: Springer.
- Prescott, J., Connolly, J.F. & Gruzelier, J.H. (1984). The augmenting/reducing phenomenon in the auditory evoked potential. *Biological Psychology, 19, 31-44.*
- Pritchard, W. S. (1989). P300 and EPQ/STPI personality traits. *Personality and Individual Differences, 10, 15-24.*
- Ragot, R. & Renault, B. (1981). P300 as a function of S-R compatibility and motor programming. *Biological Psychology, 13, 289-294.*
- Raine, A., Mitchell, D. A. & Venables, P. H. (1981). Cortical augmenting-reducing--modality specific? *Psychophysiology, 18, 700-708.*
- Requin, J., Brener, J. & Ring, C. (1991). Preparation for action. In J.R. Jennings & M.G.H. Coles (Eds.), *Handbook of cognitive psychophysiology: Central and autonomic nervous systems approaches* (pp.357-448). Chichester: Wiley.

- Rinn, W.E. (1984). The neuropsychology of facial expression: A review of the neurological and psychological mechanisms for producing facial expressions. *Psychological Bulletin*, 95, 52-77.
- Roberts, R.J. & Weerts, T.C. (1982). Cardiovascular responding during anger and fear imagery. *Psychological Reports*, 50, 219-230.
- Roger, D. B. & Raine, A. (1984). Stimulus intensity control and personality: A research note. *Current Psychological Research and Reviews*, 3, 43-47.
- Rosenbaum, D.A. (1980). Human movement initiation: specification of arm, direction, and extent. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 444-474.
- Rosenbaum, D.A. (1983). The movement precuing technique: Assumptions, applications, and extensions. In R.A. Magill (Ed.), *Memory and control of action* (pp. 231-274). Amsterdam: Elsevier.
- Rösler, F., Flössel, F., Keimer-Bonk, M. & Sojka, B. (1991). Psychophysiologische Chronometrie: Die Erfassung von Bahnungs- und Hemmungsprozessen bei der Informationsverarbeitung mit Hilfe hirnelektrischer und elektromyographischer Daten. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 38(2), 279-306.
- Rothbart, M.K. & Bates, J.E. (1998). Temperament. In W. Damon (Series Ed.) & N. Eisenberg (Vol. Ed.), *Handbook of child psychology: Vol. 3. Social, emotional, and personality development* (5th ed., pp. 105-176). New York: Wiley.
- Routtenberg, A. (1968). The two-arousal hypothesis: Reticular formation and limbic system. *Psychological Review*, 75, 51-80.
- Ruch, W., Angleitner, A., Strelau, J. (1991). The Strelau Temperament Inventory-Revised (STI-RS): Validity studies. *European Journal of Personality*, 5, 287-308.
- Russell, J.A. (1979). Affective space is bipolar. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 345-356.
- Sales, S.M., Throop, W.F. (1972). Relationship between kinesthetic aftereffects and "strength of the nervous system". *Psychophysiology*, 9, 492-497.
- Sanders, A.F. (1980). Stage analysis of reaction processes. In G.E. Stelmach & J. Requin (Eds.), *Tutorials in Motor Behavior* (pp. 331-354). Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Sanders, A.F. (1983). Towards a model of stress and human performance. *Acta Psychologica*, 74, 61-97.
- Sanders, A.F. (1990). Issues and trends in the debate of discrete vs continuous processing of information. *Acta Psychologica*, 74, 123-167.
- Santibanez, H.G. & Bloch, S. (1986). A qualitative analysis of emotional effector patterns and their feedback. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 21, 108-116
- Schachter, J.E. (1957). Pain, fear, and anger in hypertensives and normotensives. *Psychosomatic Medicine*, 19, 17-29.
- Schachter, S. & Singer, J.E. (1962). Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69, 379-399.
- Schechter, G. & Buchsbaum, M. (1973). The effects of attention, stimulus intensity, and individual differences on the average evoked response. *Psychophysiology*, 10, 392-400.

- Schellberg, D., Besthorn, C., Klos, T. & Gasser, T. (1990). EEG power and coherence while male adults watch emotional video films. *International Journal of Psychophysiology*, 9, 279-291.
- Schellberg, D., Besthorn, C., Pflieger, W. & Gasser, T. (1993). Emotional activation and topographic EEG band power. *Journal of Psychophysiology*, 7, 24-33.
- Scherer, K.R. (1981). Wider die Vernachlässigung der Emotion in der Psychologie. In W. Michaelis (Ed.), *Bericht über den 32. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Zürich 1980*. (pp. 304-317). Göttingen: Hogrefe.
- Schooler, C., Buchsbaum, M., Carpenter W. T. (1976). Evoked responses and kinesthetic measures of augmenting/reducing in schizophrenics: Replications and extensions. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 163, 221-232.
- Schwartz, G.E., Davidson, R.J. & Pugash, E. (1976). Voluntary control of patterns of EEG parietal asymmetry: Cognitive concomitants. *Psychophysiology*, 13, 498-504.
- Schwartz, G.E. & Weinberger, D.A. (1980). Patterns of emotional responses to affective situations: Relations among happiness, sadness, anger, fear, depression, and anxiety. *Motivation and Emotion*, 4, 175-191.
- Schwartz, G.E. & Weinberger, D.A. (1980). Patterns of emotional responses to affective situations: Relations among happiness, sadness, anger, fear, depression, and anxiety. *Motivation and Emotion*, 4, 176-191.
- Schwartz, G.E. (1982). Psychophysiological patterning and emotion from a systems perspective. *Social Science Information*, 21, 781-817.
- Schwartz, G.E., Ahern, G.L. & Brown, S.L. (1979). Lateralized facial muscle response to positive and negative emotional stimuli. *Psychophysiology*, 16, 561-571.
- Schwartz, G.E., Brown, S.L. & Ahern, G.L. (1980). Facial muscle patterning and subjective experience during affective imagery: Sex differences. *Psychophysiology*, 17, 75-82.
- Schwartz, G.E., Fair, P.L., Salt, P., Mandel, M.R. & Klerman, G.L. (1976). Facial expression and imagery in depression: An electromyographic study. *Psychosomatic Medicine*, 38, 337-347.
- Schwartz, G.E., Weinberger, D.A. & Singer, J.A. (1981). Cardiovascular differentiation of happiness, sadness, anger and fear following imagery and exercise. *Psychosomatic Medicine*, 43, 343-364.
- Schwerdtfeger, A. & Baltissen, R. (1999). Augmenter vs. Reducer: Kortikale und autonome Reaktivität auf Reize unterschiedlicher Intensität. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 20(4), 247-262.
- Schwerdtfeger, A. & Baltissen, R. (2002). Augmenting-reducing paradox lost? A test of Davis et al.'s (1983) hypothesis. *Personality and Individual Differences*, 32, 257-271.
- Schwerdtfeger, A. (1999). *Augmenting-Reducing: Eine Untersuchung über interindividuelle Unterschiede in der psychophysiologischen Reaktivität und Informationsverarbeitung*. Unveröffentlichte Dissertation, Bergische Universität Wuppertal.
- Schwerdtfeger, A. (2003). Using affective pictures instead of white noise: still different response patterns for Petrie-style augmenters and reducers? *Personality and Individual Differences*, 34, 253-262.

- Schwerdtfeger, A., Getzmann, S. & Baltissen, R. (2004). Fast reducers, slow augmenters: a psychophysiological analysis of temperament-related differences in reaction time. *International Journal of Psychophysiology*, 52, 225-237.
- Scott, J.C. (1930). Systolic blood-pressure with sex, anger, and fear. *Journal of Comparative Psychology*, 10, 97-114.
- Shagass, C. & Schwartz, M. (1963a). Psychiatric correlates of evoked cerebral cortical potentials. *Am. J. Psychiat.*, 119, 1055.
- Shagass, C. & Schwartz, M. (1963b). Psychiatric disorder and deviant cerebral responsiveness to sensory stimulation. In Wortis (Ed.), *Recent advances in biological psychiatry* (Volume 5, pp. 321-330). New York: Plenum Press.
- Shagass, C., Schwartz, M. & Krishnamoorti, S. (1965). Some psychologic correlates of cerebral response evoked by light flash. *Journal of Psychosomatic Research*, 9, 223-231.
- Shapiro, D. (1965). *Neurotic styles*. New York: Basic Books.
- Silverman, J. (1972). Stimulus intensity modulation and psychological disease. *Psychopharmacologia*, 24, 42-80.
- Silverman, J., Buchsbaum, M. & Henkin, R. (1969). Stimulus sensitivity and stimulus intensity control. *Perceptual and Motor Skills*, 28, 71-78.
- Sinha, R. & Parsons, O.A. (1996). Multivariate response patterning of fear and anger. *Cognition & Emotion*, 10, 173-198.
- Smid, H.G.O.M., Lamain, W., Hogeboom, M.M., Mulder, G., Mulder, L.J.M. (1991). Psychophysiological evidence for continuous information transmission between visual search and response processes. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 17, 696-714.
- Smid, H.G.O.M., Mulder, G., Mulder, L.J.M. (1990). Selective response activation can begin before stimulus recognition is complete: A psychophysiological and error analysis of continuous flow. *Acta Psychologica*, 74, 169-201.
- Smith, C., McHugo, G. & Lanzetta, J. (1986). The facial muscle patterning of posed and imagery-induced expressions of emotion by expressive and non-expressive posers. *Motivation and Emotion*, 10, 133-157.
- Smith, C.A. & Ellsworth, P.C. (1985). Patterns of cognitive appraisal in emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 813-838.
- Snider, J.C. & Osgood, C.E. (1969). *Semantic differential technique*. Chicago: Aldine.
- Sommer, W., Ulrich, R. & Leuthold, H. (1996). Das Lateralisierte Bereitschaftspotential als psychophysilogischer Zugang bei der Untersuchung kognitiver Prozesse. *Psychologische Rundschau*, 47, 1-14.
- Soskis, D. A. & Shagass, C. (1974). Evoked potential tests of augmenting-reducing. *Psychophysiology*, 11, 175-190.
- Speisman, J.C., Lazarus, R.S., Mordkoff, A. & Davison, L. (1964). Experimental reduction of stress based on ego-defense theory. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 68, 367-380.
- Spilker, B. & Callaway, E. (1969). "Augmenting" and "reducing" in averaged visual evoked responses to sine wave light. *Psychophysiology*, 6, 49-57.

- Squires, K.C. & Donchin, E. (1976). Beyond averaging: The use of discriminant functions to recognize event related potentials elicited by single auditory stimuli. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 41, 449-459.
- Stelmack, R. M., Houlihan, M. & McGarry-Roberts, P. A. (1993). Personality, reaction time, and event-related potentials. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 399-409.
- Stemmler, G. (1996). Psychophysiologie der Emotionen. *Zeitschrift für psychosomatische Medizin*, 42, 235-260.
- Stemmler, G. (1998) Emotionen. In F. Rösler (Ed.), *Enzyklopädie der Psychologie* (Themenbereich, Serie , Band , pp. 95-126). Göttingen: Hogrefe.
- Stemmler, G. (1984). *Psychophysiologische Emotionsmuster*. Frankfurt: Lang.
- Stemmler, G. (1987). Implicit measurement models in methods for scoring physiological reactivity. *Journal of Psychophysiology*, 1, 113-125.
- Stemmler, G. (1989). The autonomic differentiation of emotions revisited: Convergent and discriminant validation. *Psychophysiology*, 26, 617-632.
- Stemmler, G. (1992). The vagueness of specificity: Models of peripheral physiological emotion specificity in emotion theories and their experimental discriminability. *Journal of Psychophysiology*, 6, 17-28.
- Stenberg, G. (1994). Extraversion and the P300 in a visual classification task. *Personality and Individual Differences*, 16, 543-560.
- Stenberg, G., Rosen, I. & Risberg, J. (1988). Personality and augmenting/reducing in visual and auditory evoked potentials. *Personality and Individual Differences*, 9, 571-579.
- Stenberg, G., Rosen, I. & Risberg, J. (1990). Attention and personality in augmenting/reducing of visual evoked potentials. *Personality and Individual Differences*, 11, 1243-1254.
- Sternbach, R.A. (1962). Assessing differential autonomic patterns in emotions. *Journal of Psychosomatic Research*, 6, 87-91.
- Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extension of Donders' method. *Acta Psychologica*, 30, 276-315.
- Strelau, J. (1972a). A diagnosis of temperament by nonexperimental techniques. *Polish Psychological Bulletin*, 3, 97-105.
- Strelau, J. (1972b). The general and partial nervous system types – Data and theory. In V.D. Nebylitsyn & J.A. Gray (Eds.), *Biological bases of individual behavior* (pp. 62-73). London: Academic Press.
- Strelau, J. (1974). Temperament as an expression of energy level and temporal features of behavior. *Polish Psychological Bulletin*, 5, 119-127.
- Strelau, J. (1983). *Temperament, personality, activity*. London: Academic Press.
- Strelau, J. (1985). Diversity of personality dimensions based on arousal theories: Need for integration. In J.T. Spence & C. Izard (Eds.), *Motivation, emotion, and personality: Proceedings of the XXIII International Congress of Psychology* (pp. 147-166). Amsterdam: North Holland-Elsevier.

- Strelau, J. (1986). Zur biologischen Determination von Persönlichkeitsdimensionen. In V. Sarris & A. Parnucci (Eds.), *Die Zukunft der experimentellen Psychologie* (pp. 195-206). Weinheim: Beltz.
- Strelau, J. (1986). Zur biologischen Determination von Persönlichkeitsdimensionen. In V. Sarris & A. Parnucci (Eds.), *Die Zukunft der experimentellen Psychologie* (pp. 195-206). Weinheim: Beltz.
- Strelau, J. (1998). *Temperament: A psychological perspective*. New York: Plenum Press.
- Sutherland, G., Newman, B. & Rachman, S. (1982). Experimental investigations of the relationship between mood and intrusive unwanted cognitions. *British Journal of Medical Psychology*, 55, 127-138.
- Sweeny, D.R. (1966). Pain reactivity and kinesthetic aftereffect. *Perceptual and Motor Skills*, 22, 763-769.
- Taylor, D.A. (1976). Stage analysis of reaction time. *Psychological Bulletin*, 83, 161-191.
- Teichner, W.H. & Krebs, M.J. (1974). Laws of visual choice reaction time. *Psychological Review*, 81, 75-98.
- Teplov, B.M. (1964). Problems in the study of general types of higher nervous activity in man and animals. In: J.A. Gray (Ed.), *Pavlov's Typology* (pp. 3-153). New York: Pergamon Press.
- Thayer, R.E. (1967). Measurement of activation through self-report. *Psychological Reports*, 20, 663-678.
- Tomarken, A.J., Davidson, R.J. & Henriques, J.B. (1990). Resting frontal brain asymmetry predicts affective responses to films. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(4), 791-801.
- Traxel, W. & Heide, H.J. (1961). Dimensionen der Gefühle. Das Problem der Klassifikation der Gefühle und die Möglichkeit seiner empirischen Lösung. *Psychologische Forschung*, 26, 179-204.
- Truscott, D. & Fehr, R.C. (1986a). Perceptual reactance and criminal risk-taking. *Personality and Individual Differences*, 7, 373-377.
- Truscott, D. & Fehr, R.C. (1986b). Test of the validity of the Vando R-A Scale. *Perceptual and Motor Skills*, 62, 379-384.
- Tuchtenhagen, F., Daumann, J., Norra, C., Gobbele, R., Becker, S., Pelz, S., Sass, H., Buchner, H. (2000). High intensity dependence of auditory evoked dipole source activity indicates decreased serotonergic activity in abstinent ecstasy (MDMA) users. *Neuropsychopharmacology*, 22, 608-617.
- Tucker, D.M., Stenslie, C.E., Roth, R.S. & Shearer, S.L. (1981). Right frontal lobe activation and right hemisphere performance decrement during a depressed mood. *Archives of General Psychiatry*, 38, 169-174.
- Tyrer, P., Lewis, P. & Lee, I. (1978). Effects of subliminal and supraliminal stress on symptoms of anxiety. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 166, 88-95.
- Ulrich, R. & Miller, J. (2001). Using the jackknife-based scoring method for measuring LRP onset effects in factorial designs. *Psychophysiology*, 38, 816-827.

- van der Molen, M.W., Bashore, T.R., Halliday, R. & Callaway, E. (1991). Chronopsychophysiology: Mental Chronometry augmented by psychophysiological time markers. In J.R. Jennings & M.G.H. Coles (Eds.), *Handbook of cognitive psychophysiology: Central and autonomic nervous systems approaches* (pp.9-178). Chichester: Wiley.
- Van Rooijen, L. & Vlaander, G.P. (1984). Dramatic induction of depressive mood. *Journal of Clinical Psychology*, 40, 1318-1322.
- Vando, A. (1969). A personality dimension related to pain tolerance. In *Doctorial Dissertation*. New York: Columbia University.
- Vando, A. (1969). *A personality dimension related to pain tolerance*. Unpublished Dissertation, Columbia University.
- Vando, A. (1974). The development of the R-A scale: A paper-and-pencil measure of pain tolerance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 1, 28-29.
- Vando, A. (1974). The development of the R-A Scale: A paper-and-pencil measure of pain tolerance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 1, 28-29.
- Velten, E. (1968). A laboratory task for the induction of mood states. *Behaviour Research and Therapy*, 6, 473-482.
- Vogel, E.K. & Luck, S.J. (2000). The visual N1 component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology*, 37, 190-203.
- von Knorring, L. (1974). An intraindividual comparison of pain measures, averaged evoked responses and clinical ratings during depression and after recovery. *Acta psychiat. scand., suppl. 255*, 109-120.
- von-Knorring, L. (1980). Visual averaged responses and platelet monoamine oxidase in patients suffering from alcoholism. In: Begleiter, H. (Ed.), *Advances in experimental medicine and biology*, 126. New York: Plenum Press.
- von-Knorring, L., Monakhov, K. & Perris, C. (1978). Augmenting/reducing: An adaptive switch mechanism to cope with incoming signals in healthy subjects and psychiatric patients. *Neuropsychobiology*, 4, 150-179.
- Vulcano, B.A., Barnes, G.E. & Langstaff, P. (1990). Predicting marijuana use among adolescents. *International Journal of the Addictions*, 25, 531-544.
- Wagner, H.L. (1990). The spontaneous facial expression of differential positive and negative emotions. *Motivation and Emotion*, 14, 27-43.
- Weiss, T., Kumpf, K., Ehrhardt, J., Gutberlet, I. & Miltner, W.H.R. (1997). A bioadaptive approach for experimental pain research in humans using laser-evoked brain potentials. *Neuroscience Letters*, 227, 95-98.
- Wertheimer, M. (1955). Figural after-effect as a measure of metabolic efficiency. *J. Pers.*, 24, 56-73.
- Wickett, J.C. & Vernon, P.A. (2000). Replicating the movement time-extraversion link with a little help from IQ. *Personality and Individual Differences*, 28, 205-215.
- Winton, W.M., Putnam, L.E. & Krauss, R.M. (1984). Facial and autonomic manifestations of the dimensional structure of emotion. *Journal of Experimental Social Psychology*, 20, 195-216.
- Wundt, W. (1896). *Grundriss der Psychologie*. Leipzig: Englemann.

- 
- Yerkes, R.M., Dodson, J.D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *J. comp. Neurol. Psychol.*, 18, 459-582.
- Zuckerman, M. (1987). A critical look at three arousal constructs in personality theories: Optimal Levels of arousal, strength of the nervous system, and sensitivities to signals of reward and punishment. In J. Strelau & H.J. Eysenck (Eds.), *Personality dimensions and arousal* (pp. 217-231). New York: Plenum Press.
- Zuckerman, M. (1990). The psychophysiology of sensation seeking. *Journal of Personality*, 58, 313-345.
- Zuckerman, M. (1991): *Psychobiology of Personality*. Cambridge, NY.: University Press.:
- Zuckerman, M. (1994). Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking. *New York: Cambridge University Press*.
- Zuckerman, M., Buchsbaum, M.S., Murphy, D.L. (1980). Sensation Seeking and its biological correlates. *Psychological Bulletin*, 88, 187-214.
- Zuckerman, M., Simons, R. F. & Como, P. G. (1988). Sensation seeking and stimulus intensity as modulators of cortical, cardiovascular, and electrodermal response: A cross-modality study. *Personality and Individual Differences*, 9, 361-372.

Anhang 1: RAS

Anhang 2: Instruktionen Experiment 1

Anhang 3: Verzeichnis der abgeleiteten Elektrodenpositionen

Anhang 4: Berechnung des LRP nach Coles et al. (1995)

---

***R-A-Skala nach Vando***

*Prof. Dr. R. Baltissen  
Physiologische Psychologie  
Fachbereich 3  
BUGH Wuppertal*

---

---

**Vp-Code:**

**Datum:**

**Geschlecht:**     männlich     weiblich

**Alter:**

**Schulbildung:** \_\_\_\_\_

**Beruf:** \_\_\_\_\_

Nachfolgend finden Sie eine Serie von paarweise angeordneten Aussagen, die Sie als Alternativaussagen ansehen sollen. Vergleichen Sie die beiden Aussagen und entscheiden Sie sich für diejenige, die Ihnen am meisten zusagt. In einigen Fällen werden Ihnen beide Aussagen nicht zusagen, in anderen Fällen können Ihnen die Aussagen gleichwertig erscheinen. Unabhängig davon, wie sehr die Aussagen Sie ansprechen, sollen Sie immer eine der beiden Alternativen auswählen. Die gewählte Alternative markieren Sie durch Ankreuzen des Buchstabens links neben den Aussagen. Es ist wichtig, daß Sie alle Aussagenpaare beantworten, lassen Sie keines aus. Versuchen Sie, so schnell wie möglich zu antworten.

- 
1. (a) einen Actionfilm sehen  
(b) eine Komödie sehen
  2. (a) Ausdauersport betreiben  
(b) Freizeitsport betreiben
  3. (a) schneller Blues  
(b) getragene Balladen
  4. (a) Jazz-Combo  
(b) Symphonie-Orchester
  5. (a) Stereoanlage lieber laut  
(b) Stereoanlage lieber leise
  6. (a) einen Goldfisch besitzen  
(b) eine Schlange besitzen
  7. (a) bewahren  
(b) zerstören
  8. (a) zu viel Schlaf  
(b) zu wenig Schlaf
  9. (a) Gefahr  
(b) Häuslichkeit
  10. (a) Personenwagen  
(b) Sportwagen
  11. (a) mehrere Haustiere haben  
(b) ein Haustier haben
  12. (a) ein Schafhirte sein  
(b) ein Cowboy sein
  13. (a) Motorrad  
(b) Motorroller
  14. (a) den Film sehen  
(b) das Buch lesen

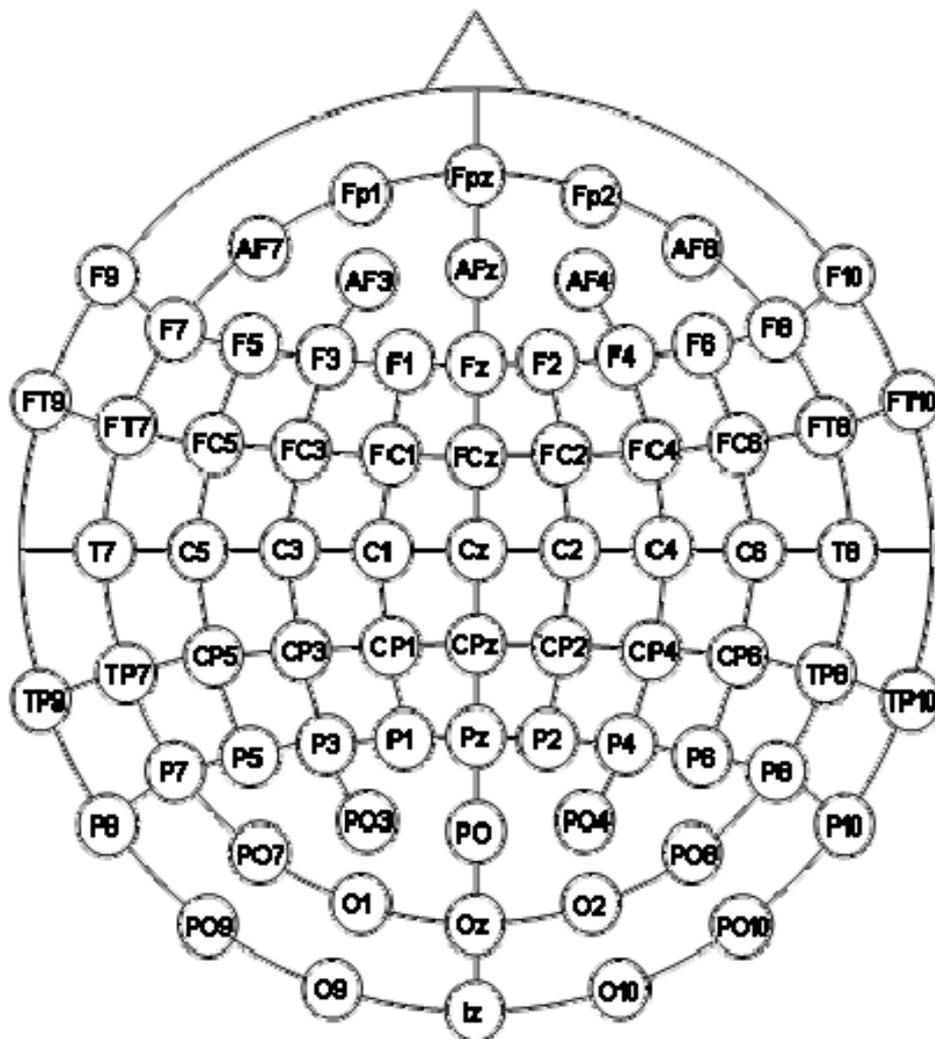
- 
15. (a) Cocktail-Musik  
(b) Diskomusik
  16. (a) Nachforschungen in einer Bibliothek anstellen  
(b) eine Unterrichtsstunde besuchen
  17. (a) ein heißes Getränk  
(b) ein warmes Getränk
  18. (a) ein Schlagzeugsolo  
(b) ein Geigensolo
  19. (a) zu viel Training  
(b) zu wenig Training
  20. (a) laute Musik  
(b) ruhige Musik
  21. (a) Behandlung vorbereiten  
(b) Wunden verbinden
  22. (a) ein treibender Rhythmus  
(b) eine hübsche Melodie
  23. (a) Hard-Rock  
(b) Popmusik
  24. (a) mag Kraftsport  
(b) mag Kraftsport nicht
  25. (a) unverstärkte Musik  
(b) elektrisch verstärkte Musik
  26. (a) weichere Nahrung  
(b) festere Nahrung
  27. (a) Aufputzmittel  
(b) Beruhigungsmittel
  28. (a) Schnelligkeit  
(b) Bedachtsamkeit

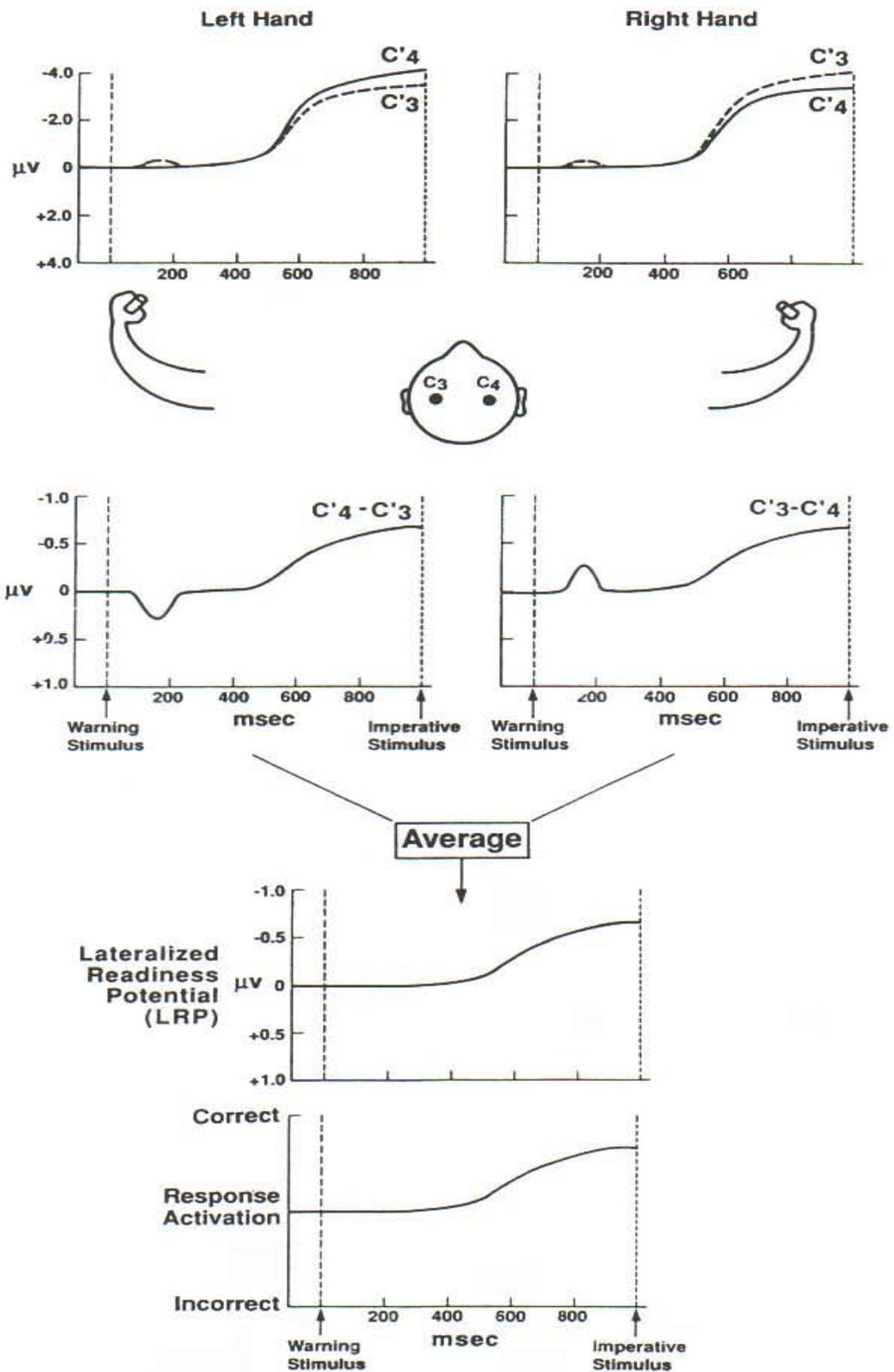
- 
29. (a) Rockkonzert  
(b) Liederabend
30. (a) Fußball  
(b) Golf
31. (a) Aufregung  
(b) Stille
32. (a) eine 6-köpfige Familie  
(b) eine 3-köpfige Familie
33. (a) Nervenkitzel  
(b) Ruhe
34. (a) eine Sportart mit Körperkontakt ausüben  
(b) eine Sportart ohne Körperkontakt ausüben
35. (a) in einem vollen Haus leben  
(b) alleine leben
36. (a) Leidenschaft  
(b) Zuneigung
37. (a) schnelle Spiele  
(b) langsame Spiele
38. (a) denken  
(b) tun
39. (a) Wettkampfsport  
(b) Sport ohne Wettkampf
40. (a) emotional ausdrucksstarke, leicht impulsive Personen  
(b) ruhige, ausgeglichene Personen
41. (a) Krankenschwester auf einer Intensivstation sein  
(b) Pflegedienstleiter sein
42. (a) ein NASA Wissenschaftler sein  
(b) ein Astronaut sein

- 
43. (a) ein Stuntman sein  
(b) ein Bühnenbildner sein
44. (a) eine Arbeit, die viel Reisen verlangt  
(b) eine Arbeit, die Sie an einem Ort hält
45. (a) einen Berg besteigen  
(b) über ein gefährliches Abenteuer lesen
46. (a) Körpergerüche sind abstossend  
(b) Körpergerüche sind ansprechend
47. (a) immer beschäftigt sein  
(b) Zeit zum Entspannen nehmen
48. (a) etwas Kaltes trinken  
(b) etwas Warmes trinken
49. (a) alleine in einem Raum eingesperrt sein  
(b) in der Wüste frei sein
50. (a) Sicherheit  
(b) Abenteuer
51. (a) ständige Betäubung  
(b) ständige Halluzinationen
52. (a) Wasserski fahren  
(b) rudern
53. (a) Feindseligkeit  
(b) Konformität
54. (a) traditionelle Kunst (z. B. Renoir)  
(b) abstrakte Kunst (z. B. Picasso)

**Lieber Versuchspartner,**

vielen Dank für deine Bereitschaft an unserem Experiment mitzuwirken. Das Experiment ist in Blöcke unterteilt. Nach jedem Block kannst du eine Pause machen, deren Dauer du selbst bestimmst. Der komplette Versuch dauert ca. 90 Minuten. Deine Aufgabe wird es sein, nach einem bestimmten Hinweisschema so schnell wie möglich auf einen Reiz auf dem Bildschirm mit einem Tastendruck zu reagieren. Als Ausgangsposition sollen die beiden „blauen Tasten“ mit dem linken bzw. rechten Zeigefinger gedrückt werden. In jedem Durchgang muss nur mit einer Hand reagiert werden. Mit der anderen Hand halte bitte während der Reaktion weiterhin die „blaue Taste“ gedrückt. Du erhältst vor jeder Reaktion einen Hinweis, der dir Informationen über die auszuführende Bewegung gibt. Nutze diese Hinweise, um schnellere Reaktion zu zeigen. Aber Vorsicht, es gibt auch Durchgänge, in denen nach dem Hinweisreiz keine Aufforderung zu reagieren erfolgt (NO-GO Durchgänge). Reaktionen in diesen Durchgängen werden als Fehler gewertet. Versuche also sowohl so schnell aber auch so fehlerfrei wie möglich zu reagieren. Vor dir siehst du eine Tastatur. Die vier „roten Tasten“ auf der linken Seite sind die Zieltasten für deine linke Hand. Sie dürfen nur mit der linken, nicht mit der rechten Hand gedrückt werden. Entsprechend sind die rechten Tasten auch für die rechte Hand reserviert. Jeder Durchgang beginnt mit dem Erscheinen eines Fixationskreuzes im Bildschirnmittelpunkt. Richte deinen Blick darauf. Das Kreuz ist umgeben von vier Quadraten. Diese symbolisieren die Zieltasten. Im nächsten Schritt erscheint im oberen Bildschirmteil ein Pfeil und einige oder alle der Quadrate färben sich grau. Dies ist deine Information über die zu erwartende Bewegung. Der Pfeil zeigt an, mit welcher Hand reagiert werden muss. Pfeil nach rechts, Reaktion mit der rechten Hand. Pfeil nach links, Reaktion mit der linken Hand. Diese Information erhältst du in jedem Durchgang. Alle Quadrate mit grauer Farbe können als entgültiges Ziel in Frage kommen. Es können alle Quadrate grau sein, dann weist du nur mit welcher Hand zu reagieren ist. Es können zwei Quadrate grau sein, damit halbiert sich die Anzahl der in Frage kommenden Zieltasten. Es kann auch nur ein Quadrat grau sein, damit weist du genau, mit welcher Hand du auf welche Taste drücken musst. Reagieren sollst du erst, wenn die Graufärbung verschwindet, und sich stattdessen das Quadrat das die Zieltaste symbolisiert rot färbt. Reaktionen vor der Rotfärbung eines Quadrats gelten als Fehler. Noch mal die Warnung: Es gibt auch „NO-GO“ Durchgänge. In diesen färbt sich kein Quadrat rot und die Ausgangstasten müssen weiter gedrückt bleiben. Also auch wenn du durch die Vorinformation schon genau die Zieltaste kennst, erst die Rotfärbung abwarten, dann reagieren. Solltest du einen Fehler machen, wird dir das sofort auf dem Bildschirm mitgeteilt. Am Anfang hast du die Möglichkeit, die Aufgabe ausreichend zu üben.





Ich erkläre hiermit, die vorliegende Arbeit selbständig und unter ausschließlicher Verwendung der angegebenen Hilfsmittel verfasst zu haben. Alle wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen habe ich als solche gekennzeichnet.

Die Dissertation wurde weder in dieser noch in einer anderen Fassung einem anderen Fachbereich einer wissenschaftlichen Hochschule vorgelegt.

Wuppertal, 25.02.2005

Ralf Stürmer