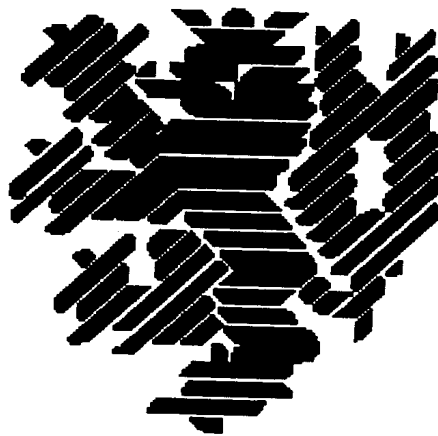


# **Augmenting-Reducing:**

Eine Untersuchung über interindividuelle Unterschiede in  
der psychophysiologischen Reaktivität und  
Informationsverarbeitung



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

vorgelegt von  
Andreas Richard Schwerdtfeger  
aus Villingen-Schwenningen

Wuppertal 1999

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen Personen bedanken, ohne die die Anfertigung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Mein besonderer Dank gilt zunächst Herrn Prof. Dr. Baltissen, der dieses Projekt erst möglich gemacht hat und von dem zahlreiche Anregungen sowie konstruktive Kritik für diese Arbeit kamen. Weiterhin großer Dank gebührt den Mitarbeitern des Lehrstuhls Physiologische Psychologie der BUGH Wuppertal, die mich in verschiedenen Phasen dieses Projektes tatkräftig unterstützt haben. Besonders genannt seien Herr Prof. Dr. Boucsein, dessen konstruktive Kritik in der Planungsphase und Endphase der verschiedenen Experimente sehr hilfreich war. Zu Dank verpflichtet bin ich darüberhinaus Herrn Dr. Schaefer und Herrn Dr. J. Grabke ohne deren (software)technisches know-how manche Experimente bzw. Datenauswertungen nicht hätten realisiert werden können

Herzlich bedanken möchte ich mich ferner bei Herrn Dipl.-Psych. Dipl.-Ing. S. Getzmann und Herrn Dipl.-Psych. R. Schäfer für die kreative Entwicklungsarbeit des Wärmetoleranzgerätes („Heater“) und für die fachliche und freundschaftliche Unterstützung auch in schwierigen Phasen der Arbeit. Bei Herrn Prof. Dr. Hofmann, Herrn Dr. Kralj und Frau Lahr vom Fachbereich Sicherheitstechnik möchte ich mich bedanken für ihre kompetente Hilfe und angenehme Zusammenarbeit bei der Erstellung der Audiometrien.

Ohne meine Diplomanden wäre ein Großteil der Datenerhebung nicht möglich gewesen. In alphabetischer Reihenfolge seien genannt: Herr cand.-psych. S. Getzmann, Frau cand.-psych C. Hoyer und Frau cand.-psych. S. Roth. Auch die engagierten Praktikantinnen Frau cand.-psych. A. Haarmann und Frau cand.-psych. H. Hofer leisteten wertvolle Hilfe bei der Datenerhebung bzw. Auswertung des physiologischen Datenmaterials.

Auch den vielen ungenannten Versuchspersonen möchte ich danken für die Teilnahme an den z. T. langwierigen und mitunter sehr anstrengenden Experimenten.

Weiterhin möchte ich mich herzlich bedanken bei meiner Lebensgefährtin Frau B. Rother für die tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung des Literaturverzeichnisses und für die zahlreichen Entbehrungen, die sie im Verlauf dieser Arbeit hinnehmen mußte. Schließlich gebührt meinen Eltern ein großes Dank für ihre wertvolle Unterstützung in all den Jahren.

## Inhaltsverzeichnis

Überblick	7
<b>Kapitel I: Die Persönlichkeitsdimension Augmenting-Reducing</b>	<b>9</b>
<b>1. Die Stimulus-Intensitäts-Modulations-Theorie</b>	<b>9</b>
1.1 Der Kinesthetic Figural Aftereffect Test (KFA) von Petrie (1967)	9
1.2 Die Reducer-Augmenter-Skala (RAS) von Vando (1969)	11
1.3 Die Methode evozierter Potentiale (EP) von Buchsbaum und Silverman (1968)	13
1.4 Zur Frage der konvergenten Validität der Methoden	24
1.5 Augmenting-Reducing und peripher-physiologische Reaktivität	31
<b>2. Verwandte biologisch fundierte Persönlichkeitsdimensionen</b>	<b>33</b>
2.1 Zur Diversivität der Methodik des Augmenting-Reducing Paradigmas	35
2.2 Extraversion, RAS und EP-Augmenting-Reducing	36
2.3 Sensation Seeking, RAS und EP-Augmenting-Reducing	42
2.4 „Stärke des Nervensystems“, RAS und EP-Augmenting-Reducing	49
2.5 Zusammenfassung	53
<b>3. Ableitung der Fragestellung des Experiments 1</b>	<b>54</b>
<b>Kapitel II: Experimentelle Arbeiten</b>	<b>58</b>
<b>1. Experiment 1: Das Augmenting-Reducing Paradigma</b>	<b>58</b>
1.1 Methode	58
1.1.1 Stichprobe	58
1.1.2 Versuchsplan	58
1.1.3 Abhängige Variablen	59
1.1.4 Material und Geräte	61
1.1.5 Versuchsablauf	61
1.1.6 Parametrisierung und Auswertung	64
1.2 Ergebnisse Experiment 1	66
1.2.1 Zentralnervöse Variablen	66
1.2.2 Peripher-physiologische Variablen	74
1.2.3 Subjektive Daten	78
1.2.4 „subjektive“ Verhaltensdaten	82
1.2.5 Reaktionszeitexperiment	82
1.2.6 Zusammenfassung	84
1.3 Diskussion Experiment 1	86
1.3.1 Das Augmenting-Reducing Paradigma	86
1.3.2 Geschlechtereffekte	94
1.3.3 Diskussion der Reaktionszeitunterschiede	95
1.3.4 Zusammenfassung	96
<b>2. Exkurs: Mentale Chronometrie</b>	<b>98</b>
2.1 Psychophysiologische Indikatoren der Informationsverarbeitung	100
2.1.1 Die P <sub>300</sub> -Komponente als Maß der Stimulusevaluation	100
2.1.2 Das Elektromyogramm (EMG) als Maß der motorischen Initiierung	101
2.1.3 Die Contingente Negative Variation (CNV)	102
2.1.4 Die Herzrate in Reaktionszeitaufgaben	103
<b>3. Experiment 2: Replikation der Reaktivitätsunterschiede und Untersuchung der Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern in Informationsverarbeitungsprozessen</b>	<b>105</b>
3.1 Zielsetzung und Fragestellung	105
3.1.1 Experiment 2a: „Passive“ Informationsverarbeitung	105
3.1.2 Experiment 2b: „Aktive“ Informationsverarbeitung	105

3.2 Methode des Experiments 2a: Replikation des Experiments 1	110
3.2.1 Stichprobe	110
3.2.2 „Radiotest“	110
3.2.3 Versuchsplan des Augmenting-Reducing Paradigmas	111
3.2.4 Abhängige Variablen	111
3.2.5 Material und Geräte	112
3.2.6 Versuchsablauf	113
3.2.7 Parametrisierung und Auswertung	114
3.3 Methode des Experiments 2b: Untersuchung zur „aktiven“ Informationsverarbeitung	115
3.3.1 Stichprobe	115
3.3.2 Versuchsplan der Reaktionszeitaufgaben	116
3.3.3 Abhängige Variablen	118
3.3.4 Material und Geräte	119
3.3.5 Versuchsablauf	120
3.3.6 Parametrisierung und Auswertung	121
3.4 Ergebnisse Experiment 2a	124
3.4.1 Zentralnervöse Variablen	124
3.4.2 Peripher-physiologische Variablen	128
3.4.3 Audiometrie	131
3.4.4 Radiotest	132
3.4.5 Subjektive Variablen	133
3.4.6 „subjektive“ Verhaltensdaten	136
3.4.7 Zusammenfassung	138
3.5 Ergebnisse Experiment 2b	139
3.5.1 Reaktionszeiten und Fehler	139
3.5.2 Evozierte Potentiale	141
3.5.3 EMG	144
3.5.4 CNV	145
3.5.5 Herzrate	147
3.5.6 Die subjektive Befindlichkeit	148
3.5.7 Zusammenfassung	151
3.6 Diskussion Experiment 2	152
3.6.1 Zur Replikation der Reaktivitätsunterschiede	152
3.6.2 Reaktionszeitunterschiede	156
3.6.3 Die Reaktionsvorbereitungsphase	159
3.6.4 Die Stimulusevaluation: Evozierte Potentiale	160
3.6.5 Späte Prozesse: Das EMG	161
3.6.6 Die subjektive Befindlichkeit	162
3.7 Ableitung der Fragestellungen zu Experiment 3	165
<b>4. Experiment 3: Psychomotorische Experimente</b>	<b>167</b>
4.1 Methode	167
4.1.1 Stichprobe	167
4.1.2 Reaktionszeitexperiment	167
4.1.3 Tappingexperiment	168
4.1.4 Trackingexperiment	168
4.1.5 Abhängige Variablen	169
4.1.6 Versuchsablauf	169
4.1.7 Parametrisierung und Auswertung	170
4.2 Ergebnisse zu den psychomotorischen Experimenten	172
4.2.1 Die Erfahrung im Umgang mit Computern	172
4.2.2 Das Reaktionszeitexperiment	172
4.2.3 Das Tappingexperiment	173
4.2.4 Das Trackingexperiment	174
4.2.5 Zusammenfassung	175
4.3 Diskussion der psychomotorischen Experimente	176

<b>5. Experiment 4: Untersuchungen zur Schmerzempfindung und -toleranz</b>	<b>179</b>
5.1 Einführung	179
5.2 Methode Wärmetoleranztest	182
5.2.1 Stichprobe	182
5.2.2 Versuchsplan	182
5.2.3 Abhängige Variablen	182
5.2.4 Material und Geräte	182
5.2.5 Versuchsablauf	182
5.2.6 Parametrisierung und Auswertung	182
5.3 Methode Druckschmerzexperiment	182
5.3.1 Stichprobe	182
5.3.2 Versuchsdesign	182
5.3.3 Abhängige Variablen	182
5.3.4 Versuchsablauf	182
5.3.5 Parametrisierung und Auswertung	182
5.4 Ergebnisse zum Wärmetoleranztest	182
5.4.1 Verhaltensdaten	182
5.4.2 Autonome Reaktivität während der Wärmestimulation	182
5.5 Ergebnisse zum Druckschmerz-Experiment	182
5.5.1 Subjektive Daten	182
5.5.2 Peripher-physiologische Variablen	182
5.6 Zusammenfassung	182
5.7 Diskussion der Schmerzexperimente	182
<b><i>Kapitel III: Diskussion und Bewertung der experimentellen Arbeiten</i></b>	<b>182</b>
<b>1. Die „passive“ Informationsverarbeitung bei Augmentern und Reducern</b>	<b>182</b>
<b>2. Die „aktive“ Informationsverarbeitung bei Augmentern und Reducern</b>	<b>182</b>
<b>3. Zusammenfassende Diskussion</b>	<b>182</b>
<b>4. Augmenting-Reducing: Beziehungen zu anderen biologisch fundierten Persönlichkeitsmerkmalen</b>	<b>182</b>
<b>5. Der Zusammenhang mit klinischen Störungsbildern</b>	<b>182</b>
<b><i>Zusammenfassung</i></b>	<b>182</b>
<b><i>Literaturverzeichnis</i></b>	<b>182</b>
<b><i>Anhang</i></b>	<b>182</b>

## Überblick

Die vorliegende Arbeit ist thematisch dem Forschungsgebiet der Differentiellen Psychophysiologie zuzuordnen. Sie beschäftigt sich mit der Untersuchung zweier Persönlichkeitstypen (Augmenter und Reducer) in unterschiedlich angelegten Situationen. Das Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing gilt als biologisch determiniert, d. h. bestimmte Prozesse im Nervensystem sollen für unterschiedliche Verhaltensstile verantwortlich sein. Augmenter sind Personen, die reizintensive Situationen aufsuchen bzw. solche Situationen besser tolerieren können. Reducer hingegen sind sensibler. Sie präferieren wenig intensive Reize; bei hohen Reizintensitäten sollen sie zur Ausbildung einer zentralnervösen Schutzhemmung neigen, um das Nervensystem vor Überlastung zu schützen. Wenn nun das Nervensystem in beiden Persönlichkeitstypen unterschiedlich angelegt ist, sollten sich objektiv meßbare Unterschiede in psychophysiologischen, subjektiven und Verhaltensvariablen durch entsprechend angelegte Situationen provozieren lassen. Für diese Arbeit leitend war demnach die Frage: Unterscheiden sich per Fragebogen eingeteilte Augmenter und Reducer in ihrer psychophysiologischen und subjektiven Reaktivität sowie im Verhalten in Situationen mit unterschiedlichem Aufforderungscharakter? Als situative Bedingungen wurden passive (Ruhe, Reizwahrnehmung) und aktive Aufgaben (präferierte Reizintensitätseinstellungen, Reaktionszeitaufgaben) ausgewählt. Besonderer Wert wurde auf die Erhebung multimodaler Daten (psychophysiologische, subjektive und Verhaltensdaten) gelegt.

Drei Experimente wurden konzipiert, die aufeinander aufbauen und in denen sich die unterschiedlichen Reizverarbeitungsstile von Augmentern und Reducern zeigen sollten. In **Experiment 1** wurde die Reaktivität beider Persönlichkeitsgruppen in einer Ruhephase, einer Geräuscharbeitungsphase und einer Reaktionszeitaufgabe getestet. Hier wurde geprüft, ob Augmenter bei steigender Reizintensität eine steigende Reaktivität zeigen würden und aufgrund ihres impulsiveren Verhaltensstils besser in einer Reaktionszeitaufgabe abschneiden würden. **Experiment 2** diente zum einen der Replikation der in Experiment 1 gefundenen Ergebnisse, zum anderen aber auch der genaueren Aufklärung der beobachteten Unterschiede. Neben passiven Reizaufnahmesituationen (Geräusche) wurden vor allem verschiedenartige Reaktionszeitaufgaben durchgeführt. Schließlich wurden zwei weitere Experimente durchgeführt die zum Ziel hatten, einige Befunde aus Experiment 1 bzw. 2 abzusichern und einzuzugrenzen. Dazu wurden **psychomotorische Aufgaben** und zwei **Schmerztoleranztests** mit Augmentern und Reducern durchgeführt.

In der vorliegenden Arbeit soll diese Experimentalreihe beschrieben und diskutiert werden. Dabei wird wie folgt vorgegangen:

In Kapitel 1 werden das Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing definiert und Methoden zur Erfassung von Augmenting-Reducing ausführlich dargestellt. Wesentliche Instru-

mente sollen vorgestellt und diskutiert werden. Weiterhin werden die biologischen Korrelate bzw. die hypothetisierten neuroanatomischen Substrate des Augmenting-Reducing dargestellt. Es folgt der Versuch einer Integration mit anderen wichtigen biologisch orientierten Persönlichkeitsdimensionen, wie Extraversion, Sensation Seeking oder Stärke des Nervensystems. Daran anschließend erfolgt die Herleitung der Fragestellungen und Ableitung der Hypothesen für das erste Experiment. Kapitel 2 beinhaltet die Konzeption, Auswertung und Diskussion der dargestellten Experimente. Schließlich folgt in Kapitel 3 die zusammenfassende Diskussion und Vorschläge für zukünftige Forschungsansätze im Bereich Augmenting-Reducing. Eine Zusammenfassung bildet letztlich das Ende dieser Arbeit.

### *Zur Darstellung des statistischen Zahlenmaterials*

Sämtliches Zahlenmaterial wird mit maximal zwei Stellen nach dem Komma angegeben. Bei der Darstellung der Irrtumswahrscheinlichkeiten und Korrelationen wird statt eines Kommas ein Punkt (.32) als Dezimaltrennzeichen verwendet. Bei Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (SD) wird das Komma (23,12) verwendet. Von signifikanten Ergebnissen wird berichtet, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ 's)  $\bullet$  .05 sind, sehr signifikante Ergebnisse gelten ab einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\bullet$  .01. Kleinere Wahrscheinlichkeiten werden nicht gesondert angeführt. Von tendenziellen Ergebnissen wird berichtet, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeiten zwischen .05 und .10 liegen. Die Darstellung der Ergebnisse dieser Arbeit geschieht - wo immer möglich - anhand von Abbildungen (Balken- und Liniendiagramme) und Tabellen. Um dabei signifikante Wechselwirkungen zu veranschaulichen, werden diese durch Stern-Symbole (\*) dargestellt. Dabei zeigt ein einfacher Stern (\*) an, dass der Einzelvergleich auf dem 5%-Niveau signifikant war, ein zweifacher Stern (\*\*\*) bedeutet, dass der Einzelvergleich auf dem 1%-Niveau signifikant war. Wenn nicht anders vermerkt, werden zweiseitige Wahrscheinlichkeiten angegeben.

Alle Datenanalysen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS für WINDOWS (Version 8.0) gerechnet.

## Kapitel I: Die Persönlichkeitsdimension *Augmenting-Reducing*

Menschen unterscheiden sich in ihrer Wahrnehmung von Umweltreizen. Beispielsweise bevorzugen manche Personen einen ruhigen Urlaub in der Natur, wohingegen andere lieber in Großstädte fahren, um dort im Trubel der Metropole die Zeit zu verbringen. Einige Menschen hören gern laute Rockmusik oder besuchen die Love-Parade, während andere lieber zurückgezogen den klassischen Klängen einer Violine lauschen. Manche Zeitgenossen verzichten selbst bei größeren Zahnbehandlungen auf eine Betäubungsspritze, während andere schon beim Gedanken an den Zahnarzt ins Schwitzen kommen. Was dem einen zu viel und zu intensiv ist, ist für den anderen eine gut verträgliche Dosis an Stimulation.

In dieser Arbeit soll eine biologische Persönlichkeitsdimension vorgestellt werden, die versucht, diese interindividuellen Unterschiede in der Stimulationspräferenz zu erklären. Diese Dimension wird als „*Augmenting-Reducing*“ bezeichnet und ist mit dem Namen Asenath Petrie verbunden, die dieses Konstrukt 1967 als Theorie der Wahrnehmungsreaktanz in die Persönlichkeitspsychologie einführte. Der Theorie zufolge sollen einige Personen hohe Reizintensitäten gut verarbeiten können und sich selbst auch immer wieder in stimulierende Situationen begeben, während andere Personen stark stimulationshaltige Situationen eher meiden und empfindlicher auf solche Reizkonstellationen reagieren. Als Ursache solch unterschiedlicher Verhaltensweisen wird ein im Zentralnervensystem zu lokalisierender Regler postuliert, der die eintreffenden Reizintensitäten moduliert: Manche Personen verstärken eintreffende Reize (sogenannte Augmenter), andere schwächen diese ab (sogenannte Reducer). Diese ursprüngliche Konzeption einer Stimulus-Intensitäts-Modulations-Theorie erfuhr im Laufe der Jahre einen grundlegenden Wandel, hauptsächlich bedingt durch unterschiedliche methodische Herangehensweisen. Ziel dieses Abschnittes soll es sein, die wesentlichen Entwicklungslinien dieses Ansatzes aufzuzeichnen.

### **1. Die Stimulus-Intensitäts-Modulations-Theorie**

Drei verschiedene Methoden sind entwickelt worden, um Unterschiede in der Stimulus-Intensitäts-Modulation zu untersuchen. Diese sollen im folgenden kurz vorgestellt und bewertet werden.

#### **1.1 Der Kinesthetic Figural Aftereffect Test (KFA) von Petrie (1967)**

Petrie (1967) beobachtete interindividuelle Unterschiede in der sensorischen Verarbeitung externer Reize mit Hilfe des sogenannten Kinesthetic Figural Aftereffect Tests (KFA). Dieser somatosensorische Test geht ursprünglich auf Köhler und Dinnerstein (1949; zitiert nach Barnes, 1976) zurück. Bei diesem Test sollen Probanden nach einer anfänglichen Ruhepause von 45 Minuten in mehreren Durchgängen unterschiedlich lange Holzblöcke mit verbundenen Augen betasten und in ihrer Länge einschätzen. Dabei wird nach Betasten und Einschätzen eines ersten Holzblocks (Vortest) ein sogenannter Stimulationsblock dargeboten, der größer



oder kleiner als der zuerst dargebotene Block sein kann. Anschließend erfolgt die erneute Bestätigung und Einschätzung des ersten Blockes (dabei ist die Übereinstimmung des ersten und dritten Holzblockes der Versuchsperson nicht bekannt). Überschätzt eine Person bei mehrmaliger Darbietung diesen Holzblock, so wird sie als „Stimulus-Augmenter“ (Reizverstärker) klassifiziert, unterschätzt sie diesen in der Größe, so gilt sie als „Stimulus-Reducer“ (Reizabschwächer). Personen, die beide Blöcke als gleich lang einschätzen, bezeichnete Petrie als „Moderates“. Augmenting und Reducing soll nicht nur auf taktile Reize beschränkt sein, sondern in nahezu allen sensorischen Modalitäten zu finden sein (Petrie, 1967). Dies ist jedoch nicht immer der Fall. Studien, die visuelle und kinästhetische Nacheffekte verglichen, kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen (zusammenfassend Barnes, 1976). Wie später zu zeigen sein wird, haben jedoch auch andere Meßmethoden Probleme, Modalitätsübereinstimmungen aufzuzeigen. Für die unterschiedliche Verarbeitung von Reizen machte Petrie einen Kontrollmechanismus im Zentralnervensystem (ZNS) verantwortlich, der eintreffende Reize abschwächt oder verstärkt (Petrie, 1967). Die im KFA-Test beobachteten Unterschiede haben auch ihre Entsprechungen im Verhalten (Petrie, 1967): Augmenter sollen weniger schmerz tolerant und mehr besorgt um ihre Gesundheit sein. Sie sollen sensorische Deprivation besser aushalten können und eher ein Verhaltensmuster aufweisen, das man als „introvertiert“ bezeichnen könnte. Darüberhinaus führt Deaux (1976) an, dass Augmenter eher Barbiturate als Amphetamine einnehmen. Reducer hingegen sollen eher extravertiert sein, Schmerzen besser aushalten, sensorische Deprivation dagegen schlechter vertragen können, eher risikobetontes Verhalten zeigen und den Wunsch haben, weniger zu schlafen. Unter physischer Belastung (Fahrradergometer) sollen Reducer die empfundene Anstrengung bei gleicher psychophysiologischer Aktivierung schwächer einschätzen als Augmenter (Robertson, Gillespie, Hiatt & Rose, 1977). Darüberhinaus sollen Reducer eher Amphetamine als Barbiturate konsumieren (Deaux, 1976) und eher gewillt sein, kriminelle Risiken einzugehen (Truscott & Fehr, 1986a). Zusammenfassend könnte man also sagen, dass beide Persönlichkeitsgruppen Verhaltensweisen zeigen, die versuchen, die Auswirkungen des zentralnervösen Mechanismus der Reizabschwächung (Reducer) bzw. Reizverstärkung (Augmenter) zu kompensieren: Reducer sind eher stimulationssuchend und toleranter gegenüber starker Stimulation, Augmenter sind eher stimulationsvermeidend und intoleranter gegenüber intensiver Stimulation.

### *Testgütekriterien und Bewertung*

Die Operationalisierung einer Stimulus-Intensitäts-Modulations-Theorie mittels KFA-Test war vor allem in den 70er Jahren Gegenstand zahlreicher Kontroversen bezüglich der testpsychologischen Gütekriterien (zusammenfassend Barnes, 1976). Beklagt wurde sowohl die relativ geringe Reliabilität dieses Tests (z. B. McDonald, 1974; Morgan, 1972; Zuckerman, 1986), als auch das umständliche Vorgehen (Barnes, 1976; Clapper, 1990; Herzog, Williams & Weintraub, 1985). Nach Baker, Mishara, Kostin und Parker (1976) ist die geringe Reliabilität vor allem auf die bei diesem Test übliche wiederholte Baseline-Bestimmung (anfängliche

Einschätzung des ersten Holzblocks) zurückzuführen. Bei mehrmaliger Testdurchführung kommt es demnach zu Carry-over-Effekten, was sich in einer verringerten Test-Retest-Reliabilität niederschlägt. Die Autoren konnten zeigen, dass nur die Messung im ersten Testdurchlauf bedeutend mit Validitätskriterien korreliert. Daher plädieren sie für nur einen einzigen Testdurchgang. Spätere Studien konnten dem KFA-Test selbst unter Berücksichtigung dieser Einwände keine befriedigende Validität bescheinigen (Davis, Cowles & Kohn, 1984; Herzog & Weintraub, 1982). Einschränkend muß jedoch festgehalten werden, dass diese Studien die von Petrie geforderte 45 Minuten Pause zu Beginn der Sitzungen nicht eingehalten hatten und somit eine gültige Testdurchführung per se nicht gegeben war. Petrie verwies ausdrücklich auf die Bedeutung der vorgegebenen Verfahrensweise: „Do not omit the 45 minute hand-resting period with any group. The results will be affected in an unpredictable manner depending on what each person happened to have been doing prior to testing, and the degree of reduction and augmentation already induced in him by such activity. The amount of additional reduction or augmentation that can still be demonstrated is then misleading as to the characteristic perceptual modulation of each person.“ (Petrie, 1967; p. 120 f.). Das macht jedoch die Schwierigkeit in der Durchführung dieses Tests deutlich: Der KFA-Test ist sehr sensitiv gegenüber jeglicher Art von Stimulation unmittelbar vor Testbeginn. So können Testergebnisse stark verfälscht werden, wenn die Testprozedur nicht genau befolgt wird und z. B. die Probanden zum Zeitpunkt des Testens noch unter dem Einfluß andersartiger Stimulation stehen (z. B. Rauchen oder sonstige Fingerbetätigungen). Weiterhin sieht Buchsbaum (1976) die Augmenting-Reducing-Unterschiede überlagert von sogenannten Kontrasteffekten. Darunter versteht er das Überschätzen des haptischen Reizes nach Darbietung eines kleinen Stimulationsblocks, bzw. das Unterschätzen des Reizes nach Darbietung eines größeren Stimulationsblocks. Aufgrund der eben aufgeführten Mängel zählt der KFA-Test sicher nicht zu den Methoden der Wahl bei der Messung von Augmenting-Reducing.

## 1.2 Die Reducer-Augmenter-Skala (RAS) von Vando (1969)

In etwa zur gleichen Zeit wie Petrie entwickelte Alan Vando (1969) einen Fragebogen zum Augmenting-Reducing-Konstrukt, die sogenannte *Reducer-Augmenter-Skala* (R-A-Skala oder RAS; siehe Anhang). Vando selegierte hierzu 54 Items aus einem Pool von 142 Aussagenpaaren, die zwischen schmerztoleranten und schmerzintoleranten Personen trennten. Die daraus resultierende forced-Choice-Skala verlangt vom Probanden eine Präferenz hinsichtlich zweier jeweils unterschiedlich stimulationshaltiger Situationen (z. B. „Aufputschmittel - Beruhigungsmittel“ oder „Stuntman sein - Bühnenbildner sein“). Wählt eine Person vermehrt die reizintensiven Situationen, so gilt sie nach Vando als Reducer. Sie scheint also stärkere Stimulation zu benötigen. Bevorzugt eine Person hingegen ruhigere Situationen, so wird sie als Augmenter klassifiziert. Welche Personen es sind, die mehr oder weniger Stimulation benötigen, beschreibt Barnes (1985). Seiner Literatursichtung zufolge weisen männliche Häftlinge und männliche Studenten (besonders solche mit hohem Marihuana-Konsum) hohe RAS-

Werte auf, d. h. sie gelten als Reducer. Weibliche Erwachsene, Studentinnen und Alkoholabhängige erreichen hingegen niedrigere Werte und gelten demnach als Augmenter. Diese Verteilungscharakteristika lassen eine Geschlechtsabhängigkeit von Augmenting-Reducing vermuten. Männliche Versuchspersonen benötigen offenbar mehr Stimulation als weibliche Probanden (siehe auch Kohn, Hunt & Hoffman, 1982).

Faktorielle Untersuchungen zur RAS ließen drei Subfaktoren erkennen (Kohn, Hunt, Cowles und Davis, 1986; Dragutinovich, 1987a): 1. *General Life-Style Augmenting-Reducing*, 2. *Musical Augmenting-Reducing*, 3. *Physical thrill seeking*. Anhand dieser drei Faktoren ist allerdings zu erkennen, dass nicht alle Sinnesmodalitäten - wie von Petrie postuliert - bei der Skalenkonstruktion berücksichtigt worden sind (siehe Dragutinovich, 1987a; Truscott & Fehr, 1986b). So fehlen Items zur visuellen, olfaktorischen und gustatorischen Modalität oder auch zu sozialen Interaktionen.

### *Testgütekriterien und Bewertung*

Für den angloamerikanischen Raum werden für die Reducer-Augmenter Skala befriedigende Reliabilitäten ( $r = .69$  bis  $r = .87$ ) sowie eine hohe Validität berichtet. Außerdem besteht Barnes (1985) zufolge nur eine mäßige Korrelationen zur Sozialen Erwünschtheit ( $r = -.28$ ). Vando (1974) führt eine signifikante Korrelation mit der Schmerztoleranz an ( $r = .84$ ), sowie einen deutlich positiven Zusammenhang mit Extraversion ( $r = .65$ ). Signifikante Korrelationen sollen weiterhin zum Gebrauch psychoaktiver Substanzen bestehen, wie Alkohol, Zigaretten oder Marihuana (Barnes, 1985; Kohn, Barnes & Hoffman, 1979; Kohn & Coulas, 1985; Vulcano, Barnes & Langstaff, 1990) sowie zur eingestellten Lautstärke eines Radios (Davis et al., 1984; Kohn, Cowles & Lafreniere, 1987; Kohn et al., 1986). Weiterhin sollen deutliche Zusammenhang bestehen mit der durchschnittlichen Schlafdauer pro Nacht (Davis et al., 1984; Kohn et al., 1986), mit Impulsivität (Kohn, 1987), und besonders deutlich mit dem Sensation Seeking Konstrukt von Zuckerman (Barnes, 1985; Davis et al., 1984; Dragutinovich, 1987b; Goldman, Kohn und Hunt, 1983; Kohn et al., 1986). Die Tendenz, sich unterzuordnen, soll hingegen stark negativ mit der RAS korrelieren (Mahoney, Shumate & Worthington, 1980). Diese Befunde bestätigen den „Reizhunger“ von Reducern: Sie konsumieren mehr psychoaktive Substanzen, was einem Wunsch nach alternierenden Bewußtseinszuständen entspricht (z. B. Zuckerman, 1994), sie hören lauter Radio, schlafen weniger pro Nacht und sind ständig auf der Suche nach neuen und intensiven Erfahrungen.

In jüngerer Zeit ist vermehrt Kritik an der RAS geübt worden (Blenner, 1993; Blenner & Haier, 1986; Kohn, 1987; Truscott & Fehr, 1986b; Zuckerman, 1994). So soll die RAS aufgrund der begrenzten Iteminhalte eher ein Instrument zur Messung von Sensation Seeking sein und nicht die individuelle Tendenz einer Person messen, verschiedene eintreffende Reize abzuschwächen oder zu verstärken (Blenner & Haier, 1986; Mahoney et al., 1980; Zuckerman, 1994). Vor diesem Hintergrund sind auch alternative Skalen zur psychometrischen Messung der Stimulus-Intensitäts-Modulation vorgelegt worden, so z. B. die Reactivity Scale (RS)

von Kohn (1987), der Fragebogen G2 von Herzog, Weintraub und Williams (1985) oder in neuerer Zeit die Stimulus Intensity Modulation Scale (SIMS) von Blenner (1993). Bislang konnte sich allerdings keine der neueren Skalen genügend durchsetzen, so dass nach wie vor die RAS der etablierteste Fragebogen zur Messung von Augmenting-Reducing ist. Methodisch ist dem Autor vorgeworfen worden, dass die RAS an einer selektiven Stichprobe ( $n = 109$ ) von angehenden Krankenschwestern konstruiert wurde und daher wahrscheinlich keine repräsentative Verteilung der Summenscores angenommen werden könne (Clapper, 1990). Eine Revision der RAS ist von Clapper (1990) vorgelegt worden, die an 210 Studenten getestet wurde. Die neue Skala enthält nunmehr 21 Aussagenpaare, wobei einige der Originalitems aufgrund mißverständlichen Inhalts nicht mehr enthalten sind und weiterhin einige Items zwecks besserer Verständlichkeit umformuliert wurden. Die Beantwortung der Skala erfolgt zudem nicht mehr im forced-Choice-Format, sondern ermöglicht eine 6-fach gestufte Wahl zwischen den Situationen. Die revidierte Skala hat eine interne Konsistenz nach Cronbach-Alpha von .79 und korreliert signifikant positiv mit einer Risiko-Bereitschafts-Skala ( $r = .35$ ) und der Reaktivitäts-Skala von Kohn ( $r = .44$ ). Dennoch existieren bis dato keine mir bekannten Studien, die die revidierte RAS eingesetzt hätten.

### 1.3 Die Methode evozierter Potentiale (EP) von Buchsbaum und Silverman (1968)

Buchsbaum und Silverman (1968) machten sich die Methode der Ableitung evozierter Potentiale (EPs) im Elektroenzephalogramm (EEG) zunutze, um den von Petrie (1967) postulierten zentralnervösen Kontrollmechanismus, der verantwortlich für die Reiz-Intensitäts-Modulation sein soll, näher zu untersuchen. Evozierte Potentiale sind durch Reize hervorgerufene Spannungsänderungen der Hirnrinde, die mittels Elektroden an der Schädeloberfläche abgeleitet werden können. Sie sind im Roh-EEG nicht zu erkennen. Zu ihrer Messung bedient man sich deshalb einer sogenannten Mittelungstechnik, in der die zufälligen Roh-EEG-Schwankungen (= Hintergrundrauschen) herausgemittelt werden und dadurch nur die unmittelbar mit dem Reiz in Verbindung stehenden Spannungsänderungen hervortreten. Dafür ist die wiederholte Darbietung desselben Reizes notwendig. Unter die evozierten Potentiale lassen sich sensorisch evozierte Potentiale, motorisch evozierte Potentiale, erlebniskorrelierte Potentialanteile und langsame Potentialverschiebungen subsummieren (Vaughan, 1974; zitiert nach Schandry, 1989). Im Rahmen von Augmenting-Reducing Anordnungen wird mit sensorisch evozierten Potentialen gearbeitet. Ein sensorisches EP setzt sich zusammen aus frühen und späten Komponenten (siehe Abbildung 1.1).

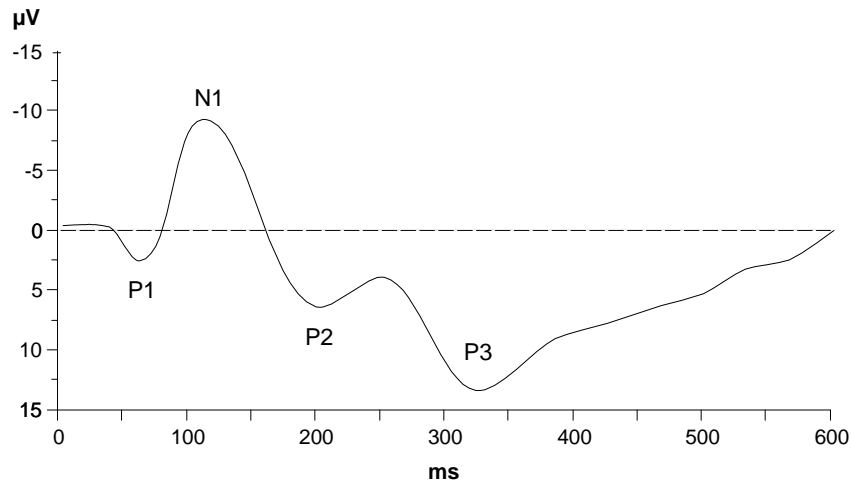


Abb. 1.1. Sensorisch evoziertes Potential mit frühen ( $P_1$ ,  $N_1$ ,  $P_2$ ) und späten Komponenten ( $P_3$ ).

Die frühen Komponenten erstrecken sich bis etwa 200 ms nach Reizbeginn und sollen in unmittelbarem Zusammenhang mit den physikalischen Reizeigenschaften stehen (Schandry, 1989). Die bekanntesten Vertreter unter ihnen sind die  $P_1$  (Positivierung, 76 - 112 ms nach Reizbeginn), die  $N_1$  (Negativierung, 116 bis 156 ms) und die  $P_2$  (Positivierung, 168 - 248 ms). Späte Komponenten (von etwa 300 bis 600 ms) stellen erlebniskorrelierte Potentialanteile dar und sollen eher endogene Prozesse, wie z. B. Aufmerksamkeitsprozesse widerspiegeln. Die bekannteste Vertreterin unter diesen ist die  $P_{300}$  oder auch  $P_3$  (Positivierung, im Mittel 300 ms nach Reizbeginn). Im Rahmen von Augmenting-Reducing-Anordnungen interessieren jedoch vor allem die frühen Komponenten  $P_1$ ,  $N_1$ ,  $P_2$  oder Kombinationen zweier aufeinanderfolgender früher Komponenten ( $P_1$ - $N_1$  oder  $N_1$ - $P_2$ ; Buchsbaum, 1976). Zur Evokation werden gewöhnlich kurzzeitige Reize (meistens von etwa 50 bis 500 ms Dauer) verschiedener Intensitäten appliziert. Dabei spielt die Reihenfolge der unterschiedlichen Reizintensitäten wohl keine entscheidende Rolle (von Knorring, Monakhov und Perris, 1978). Carillo-de-la-Peña (1999) konnte keine unterschiedlichen Reaktionsverläufe feststellen, wenn die Reize in auf- oder absteigender Reihenfolge dargeboten wurden. Allerdings zeigte sich sehr wohl ein Unterschied zwischen einer Bedingung, in der die Reize blockweise dargeboten wurden (je 72 Reize einer Intensität) und einer Bedingung, in der die Reize in pseudo-randomisierter Reihenfolge (d. h. gemischte Reizintensitäten) dargeboten wurden. In der „gemischten“ Bedingung waren die Amplituden auf die lautesten Geräusche signifikant größer als in der „geblockten“ Bedingung, was die Autorin mit einer gesteigerten Aufmerksamkeitsallokation erklärt. Meistens werden mehrere Reize der gleichen Intensität blockweise dargeboten, bis schließlich von jeder Intensität etwa 50 bis 150 Reize dargeboten worden sind (Buchsbaum, Haier & Johnson, 1983).

In ihrer Studie wählten Buchsbaum und Silverman (1968) zur Ableitung sensorisch evozierter Potentiale visuelle Reize unterschiedlicher Intensität und konnten beobachten, dass einige Individuen - wie zu erwarten - mit steigender Reizintensität eine Reaktivitätszunahme im evo-

zierten Potential aufwiesen. Diese Personen bezeichneten sie als „Augmenter“ (also Reizverstärker). Bei anderen Probanden konnte bei intensiveren Lichtblitzen paradoxerweise eine Amplitudenabnahme beobachtet werden. Solche Personen wurden „Reducer“ (Reizabschwächer) genannt. Diese Reaktivitätsverminderung bei steigender Reizintensität wurde später in Verbindung gebracht mit der Ausbildung einer Transmarginalen Inhibition (TMI), die das Nervensystem vor zu starken Reizen schützen soll (s.u.). Als diskriminative Komponente im evozierten Potential erwies sich die  $P_1-N_1$ -Amplitude (nach Buchsbaum & Silverman Peak 3 bis 4). Andere Studien zogen auch die  $N_1-P_2$ -Komponente heran (z. B. Brocke, Beauducel und Tasche, 1999; Hegerl, Prochno, Ulrich und Müller-Oerlinghausen, 1989; Hegerl, Gallinat & Mrowinski, 1995; von Knorring, 1980) oder favorisierten einzelne Komponenten wie die  $N_1$  (z. B. Bruneau, Roux, Perse und Lelord, 1984; Connolly & Gruzelier, 1982) oder die  $P_2$  (Orlebeke, Kok & Zeillemaker, 1989) um Augmenter und Reducer zu beschreiben. Kortikales Augmenting-Reducing soll ein zentralnervöses, unspezifisches und modalitätsübergreifendes Phänomen sein (Buchsbaum, 1976). So konnten Lukas und Siegel (1971) bzw. Siegel, Gayle, Sharma und Driscoll (1996) in Tierversuchen nur am Kortex, nicht jedoch auf thalamischer Ebene die entsprechenden Amplitudenverläufe beobachten. Auch Campbell, Baribeau-Braün und Braün (1981) konnten dies bestätigen. In ihrer Studie fanden sich keine unterschiedlichen Amplitudenverläufe in Hirnstammpotentialen. Da ein unspezifisch wirkender Mechanismus angenommen wird, wird in den meisten Studien nicht von modalitätsspezifischen Lokalisationen abgeleitet, sondern von eher unspezifischen Regionen. Als eine solche Lokalisation gilt der Vertex (Buchsbaum et al., 1983), also nach dem 10/20-System von Jasper (1958) der Ort Cz. Als Parameter zur Bestimmung des Amplitudenverlaufs ist der Steigungskoeffizient herangezogen worden. Dabei wird eine Regressionsgerade nach der Methode der kleinsten Quadrate durch die Reaktionsamplituden der logarithmierten Reizintensitäten gelegt. Demnach sind Augmenter Personen, die einen deutlich positiven Koeffizienten (größer oder gleich eins) aufweisen. Als Reducer werden Personen klassifiziert, deren Koeffizient null oder kleiner als null ist. Geschlechtsunterschiede in der Augmenting-Reducing-Tendenz sind wiederholt ermittelt worden. So berichten etwa Blenner (1993), Buchsbaum und Silverman (1968), Buchsbaum und Pfefferbaum (1971), Silverman, Buchsbaum und Henkin (1969) oder Silverman (1972) von höheren EP-Amplituden (also Augmenter-Verläufen) bei weiblichen Probanden.

EP-Untersuchungen sind auch in anderen Sinnesmodalitäten als der visuellen durchgeführt worden, z. B. in der auditiven Modalität oder mit somatosensorischen Reizen. Dabei soll in jeder dieser Modalitäten ein Augmenting- bzw. Reducing-Muster anzutreffen sein (Buchsbaum et al., 1983). Wie noch zu zeigen sein wird, sind Modalitätsübereinstimmungen in den Kurvenverläufen jedoch eher die Ausnahme als die Regel.

Es ist als gesichert anzusehen, dass verschiedene Neurotransmittersysteme die Erregbarkeit des Kortex beeinflussen. Deshalb werden sie als Kandidaten gesehen, die einen Augmenting-

oder *Reducing*-Verlauf vermitteln können. Buchsbaum, Landau, Murphy & Goodwin (1973) berichten von Zusammenhängen zwischen dem Monoaminoxidase-Level (MAO) im Blutplasma und *EP-Augmenting-Reducing*. MAO ist ein Enzym, das Monoamine (also Dopamin, Noradrenalin, Adrenalin und Serotonin) abbaut und damit zu einer Verminderung der Verfügbarkeit dieser Transmitter im postynaptischen Spalt führt. Bei Patienten mit einem *Augmenting*-Verlauf konnten Buchsbaum et al. (1973) geringere MAO-Level beobachten. Von Knorrning und Perris (1981) fanden zwar keinen Zusammenhang von MAO-Konzentrationen und *Augmenting-Reducing*-Verläufen, konnten aber eine erhöhte Dopaminaktivität bei *Augmentern* beobachten (von Knorrning & Perris, 1981; von Knorrning et al., 1978). Am intensivsten ist Serotonin auf seine Rolle am Zustandekommen von *Augmenting*- oder *Reducing*-Mustern hin untersucht worden. Von Knorrning und Johansson (1980) verabreichten Schmerzpatienten den Serotonin-Reuptake-Hemmer Zimeldin. Dieser verhindert die Wiederaufnahme von Serotonin in die Synapse, was zu einer verlängerten Verfügbarkeit von Serotonin an den Rezeptoren führt. In der Folge konnten sie eine Zunahme von *Reducing*-Verläufen beobachten. Für einen wichtigen Beitrag von Serotonin am Zustandekommen eines *Reducing*-Musters spricht auch die Arbeit von von Knorrning und Perris (1981). Sie konnten bei Personen mit hohen Serotonin-Spiegeln (gemessen anhand des Serotonin-Metaboliten 5-HIAA) vorwiegend *Reducing*-Verläufe beobachten. Auch die Arbeitsgruppe um Hegerl (z. B. Hegerl & Juckel, 1993) schlossen aus ihren Studien, dass Serotonin eine wichtige Rolle am Zustandekommen von *Reducing*-Verläufen spielen muß (zusammenfassend Hegerl et al., 1992). Sie konnten beobachten, dass eine geringe Serotonin-Aktivität mit einem *Augmenting*-Muster in Verbindung steht. Dies konnten auch Juckel, Molnár, Hegerl, Csépe und Karmos (1997) im Tierversuch beobachten. In dieser Studie schien aber neben Serotonin auch das cholinerge System für das kortikale *Reducing* verantwortlich zu sein. Zusammenfassend deuten die hier zitierten Studien darauf hin, dass Serotonin sicherlich zu den Faktoren gehört, die dem kortikalen *Augmenting-Reducing* zugrundeliegen könnten.

### *Testgütekriterien und Bewertung*

Im Gegensatz zur Methode Petries werden für die *EP*-Messungen - in Abhängigkeit von der Parametrisierung - beachtliche Reliabilitäten angeführt (von  $r = .52$  bis  $r = .91$ ) sowie hohe positive Korrelationen zwischen eineiigen Zwillingen (Buchsbaum, 1976; Carillo-de-la-Peña, 1999; von Knorrning et al., 1978; Stark & Norton, 1974). Diese Ergebnisse sprechen für eine stabile biologisch fundierte Temperamentsdimension *Augmenting-Reducing*. Buchsbaum et al. (1983) gehen ferner davon aus, das zumindest die  $P_1$ -Komponente in der Normalbevölkerung angehend normalverteilt ist. Leider führen sie dazu jedoch keine Verteilungskurve an. Solche zeigen Blenner und Yingling (1993). Demnach scheint eine Normalverteilung der  $P_1-N_1$  und der  $N_1-P_2$ -Komponente gegeben zu sein. Die Objektivität der *EP*-Methodik ist insbesondere von der Auswertung der *EP*-Kurvenverläufe abhängig (Raine et al., 1981; Soskis & Shagass, 1974). Eine computerisierte Parametrisierung dürfte aber eine gute Objektivität gewährleisten (siehe Soskis & Shagass, 1974). Als negativ ist die fehlende Standardisierung in

der Versuchsdurchführung und -auswertung anzusehen (Connolly, 1986; Connolly & Gruzelier, 1986; Prescott, Connolly & Gruzelier, 1984; Strelau, 1991). So kommen je nach Studie sowohl unterschiedlich intensive Reize, eine unterschiedliche Anzahl von Reizintensitäten, als auch unterschiedliche Komponenten ( $P_1$ - $N_1$ ,  $N_1$ - $P_2$ ,  $P_1$ ,  $N_1$ ,  $P_2$ ) zur Anwendung. Dabei ist jedoch häufig ignoriert worden, dass Augmenting bzw. Reducing in unterschiedlichen Komponenten nicht vergleichbar ist (Prescott et al., 1984). Weiterhin werden verschiedene EP-Parametrisierungen verwendet. Buchsbaum et al. (1983) schlagen drei Auswertungsmöglichkeiten vor: Eine *Peak to trough*-Parametrisierung. Hierbei wird die Amplitude vom Talpunkt bis zum Gipfelpunkt einer Komponente gemessen. Dieses Maß spiegelt also den Amplitudenhub zwischen zwei benachbarten Komponenten (meistens  $P_1$  und  $N_1$ ) wider. *Peak to baseline*-Messungen bestimmen die Amplitude einer Komponente im Verhältnis zur Prästimulus-Baseline. *Flächenintegrale* sind ein Maß für die unter einer Amplitude aufgespannte Fläche. Alle drei Parametrisierungsstrategien sollen gleichermaßen in der Lage sein, Augmenting-Reducing-Verläufe zu beschreiben. Problematisch ist die Klassifizierungsstrategie anhand des Steigungskoeffizienten (s.o.). Nach Ansicht zahlreicher Autoren wird dadurch nur ein relativ geringer Prozentsatz der Amplitudenvarianz aufgeklärt (Barratt, 1993; Braden, Haier, Robinson & Space, 1983, zit. nach Carillo-de-la-Peña, 1992; Carillo-de-la-Peña, 1992; Carillo-de-la-Peña & Barratt, 1993; Connolly und Gruzelier, 1982; Dragutinovich, 1987c; Iacono, Gabbay & Lykken, 1982; Soskis & Shagass, 1974). Weiterhin bleiben durch diese Strategie wichtige Informationen unberücksichtigt. So sagt zwar der Steigungskoeffizient etwas aus über den Grad der Amplitudenzunahme oder -abnahme bei steigender Reizintensität, es ist jedoch nicht ersichtlich, inwieweit sich etwa zwei Gruppen in ihrer relativen Amplitudenhöhe unterscheiden. Darüberhinaus konnte in methodenkritischen Studien mit unterschiedlichen Klassifizierungsstrategien (z. B. Steigungskoeffizient oder andere Maße zur Beschreibung des Kurvenverlaufs, wie Differenzwerte der Reaktionen auf die geringste und höchste Intensität) keine einheitliche Einteilung in Augmenter bzw. Reducer gefunden werden (Connolly & Gruzelier, 1982; Dragutinovich, 1987c). Diese hier angeführten Kritikpunkte zeigen deutlich die konzeptuelle Schwäche und fehlende Standardisierung dieser Methode. Dadurch werden Studien zum EP-Augmenting-Reducing praktisch nicht vergleichbar.

Ein weiterer zentraler Kritikpunkt ergibt sich aus der Vermutung Buchsbaums (1976), dass der postulierte Kontrollmechanismus nicht modalitätsspezifisch, sondern unspezifisch wirken müsse. Dies beinhaltet, dass das EP-Augmenting-Reducing Phänomen zum einen

- a) unabhängig von der untersuchten Modalität (visuell, auditorisch, somatosensorisch) auftreten sollte und zum anderen
- b) gerade deshalb auf modalitätsunspezifischen Lokalisationen, also auf Cz beobachtbar sein sollte.

Zwar existieren zahlreiche Studien, die Augmenting-Reducing-Verläufe entweder anhand visueller oder akustischer EPs beobachteten, jedoch haben bislang vergleichsweise wenige



Experimente beide sensorischen Systeme an den gleichen Probanden untersucht (Blenner & Yingling, 1993; Kaskey, Salzman, Klorman & Pass, 1980; Lolas, Collin, Camposano, Etcheberrigaray & Rees, 1987; Raine, Mitchell & Venables, 1981; Schechter & Buchsbaum, 1973; Stenberg, Rosén & Risberg, 1988; Zuckerman, Simons & Como, 1988). Kaskey et al. (1980) berichten von einer Cross-Modalitäts-Korrelation für die  $P_1-N_1$ -Amplitude von  $r = .04$  (n.s.) und für die  $N_1-P_2$ -Amplitude von  $r = .22$  (n.s.). Ebenso führen Raine et al. (1981) statistisch nicht bedeutsame crossmodale Zusammenhänge für die  $P_1-N_1$ -Amplitude ( $r = -.09$ ; n.s.) und für die  $N_1-P_2$ -Amplitude ( $r = -.10$ ; n.s.) an. Auch Stenberg et al. (1988) konnten für die  $P_1-N_1$ -Amplitude auf Cz keinen signifikanten Modalitätszusammenhang finden ( $r = -.06$ ; n.s.). Ein ähnliches Ergebnis ( $r = .09$ ; n.s.) berichten auch Buchsbaum et al. (1983). Blenner und Yingling (1993) und Lolas et al. (1987) berichten ebenfalls von unterschiedlichen Amplitudenverläufen in der visuellen und der auditiven Modalität, ohne jedoch genauere Korrelationen mitzuteilen. Nach Ansicht der Autoren findet sich in der visuellen Modalität bei steigender Reizintensität häufiger ein Reducing-Muster (zumindest aber kein Augmenting), in der auditiven Modalität jedoch eher ein Amplitudenanstieg (Augmenting). Eine sehr geringe Anzahl von Reducing-Verläufen in der auditiven Modalität konnten auch Lukas und Mullins (1983) oder jüngst Carillo-de-la-Peña (1999) beobachten. Dieses Paradoxon könnte dadurch erklärt werden, dass weißes Licht, das üblicherweise in visuellen A-R-Anordnungen verwendet wird, auf nahezu alle Stäbchen der Retina wirkt, reine Töne jedoch nur auf bestimmte Areale der Basilarmembran des Innenohrs (Ortstheorie; siehe auch Raine et al., 1981). Um größere Zellverbände im auditiven System anzusprechen und damit eine zentralnervöse Schutzhemmung (d. h. ein Reducing-Verlauf) wahrscheinlicher werden zu lassen, müsste weißes Rauschen als Reiz eingesetzt werden, da in diesem Fall ein größerer Teil der Basilarmembran angesprochen wird. So konnten Mullins und Lukas (1984) tatsächlich zeigen, dass sich die Zahl der auditiven Reducer bei Darbietung von weißem Rauschen erhöht.

Abweichend davon fanden Prescott et al. (1984) jedoch in der auditiven Modalität ein Überwiegen von Reducing-Verläufen gegenüber Augmenting-Verläufen. Dies ist wahrscheinlich auf die unterschiedliche Klassifikationsstrategie zurückzuführen. Prescott und Kollegen verwendeten nicht wie sonst üblich den Steigungskoeffizienten zur Einteilung in Augmenter und Reducer, sondern klassifizierten eine Person nur dann als Augmenter, wenn sie mindestens auf drei der vier verwendeten Reizintensitäten einen Amplitudenanstieg aufwies und bei der höchsten Intensität auch die höchste Amplitude zeigten. Zuckerman und Kollegen (1988) konnten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Steigungskoeffizienten der  $P_1-N_1$ -Amplituden in der auditiven und der visuellen Modalität bei einem kurzen Interstimulusintervall (ISI) - wie es üblicherweise in Augmenting-Reducing-Anordnungen verwendet wird - beobachten ( $r = -.11$ ; n.s.). Bei einem langen ISI von im Mittel 17s zeigte sich jedoch ein signifikant positiver Zusammenhang ( $r = .39$ ). Dieses Ergebnis erscheint überaus interessant. Hegerl, Karauchow, Herrmann und Müller-Oerlinghausen (1992) vermuten in diesem Befund das Wirken von Aufmerksamkeitsprozessen. In der Versuchsanordnung von Zuckerman et al.

(1988) durchliefen die Probanden zunächst das akustische oder visuelle Experiment mit langem ISI, danach folgte der Durchgang mit kurzem ISI. Nach Ansicht von Hegerl et al. (1992) könnten hier bei den Testläufen mit langem ISI bereits relativ früh einsetzende Adaptationseffekte aufgetreten sein, was in ähnlichen Amplitudenverläufen resultiert haben könnte. Die Bedeutung der Aufmerksamkeit stellen auch Schechter und Buchsbaum (1973) heraus. Sie konnten Modalitätsübereinstimmungen nur dann feststellen, wenn die Aufmerksamkeit ihrer Probanden kontrolliert wurde (z. B. durch Zählen der Reize). Differentielle Aufmerksamkeitsallokation kann also die Amplitudenverläufe in Augmenting-Reducing-Experimenten beeinflussen.

Studien über den Zusammenhang von somatosensorischen Reizen mit Reizen aus anderen Modalitäten sind überaus selten. Buchsbaum et al. (1983) berichten von einer Studie, in der visuelle mit somatosensorischen EPs verglichen wurden. Jedoch fand sich auch hier kein signifikanter Modalitätszusammenhang für die  $P_{100}$  ( $r = .15$ ; n.s.).

Die Ergebnisse dieser Studien sprechen bei herkömmlichen Augmenting-Reducing-Anordnungen gegen eine unspezifisch auf alle sensorischen Systeme wirkende Kontrollinstanz. Es deutet sich an, dass Reducer in der visuellen Modalität keine Reducer in der auditiven oder somatosensorischen Modalität sind. Es scheint vielmehr so zu sein, dass Reducing weitaus häufiger in der visuellen Modalität anzutreffen ist, Augmenting eher in der auditiven (Blenner & Yingling, 1993; Kasky et al., 1980; Raine et al., 1981). Dies bedroht jedoch die Konstruktvalidität des Augmenting-Reducing-Phänomens (Carillo-de-la-Peña, 1992). Lediglich bei einem langen Interstimulusintervall konnten Modalitätsübereinstimmungen beobachtet werden, was den möglichen Einfluß von Aufmerksamkeitsprozessen hervorhebt. Bislang existiert jedoch nur eine Augmenting-Reducing-Studie, die den Einfluß unterschiedlich langer Interstimulusintervalle untersucht hat (Zuckerman et al., 1988). Ebenso liegen bislang kaum publizierte Experimente über den Zusammenhang zwischen somatosensorischen und visuellen oder auditiven Reizen vor. Erschwerend kommt hinzu, dass es offensichtlich unterschiedliche Kurvenverläufe auf unterschiedlichen Lokalisationen gibt (Connolly & Gruzelier, 1982; Prescott et al., 1984). Zwar konnten Buchsbaum und Pfefferbaum (1971) zeigen, dass nur die zentralen (Cz), jedoch nicht die okzipitalen Kurvenverläufe eine Reducing-Tendenz zeigen. Jedoch erwies sich in verschiedenen Studien Cz nicht immer als die beste Lokalisation. Einige Autoren plädierten entgegen dem Vorschlag Buchsbaums auch für Ableitungen an primärsensorischen Regionen, also z. B. okzipitale Lokalisationen (Oz) für die Ableitung visuell evozierter Potentiale (Blenner & Yingling, 1993; Cohn, Dustman & Shearer, 1985; von Knorring, 1974, 1980, 1981; Raine et al., 1981; Stenberg, Rosén & Risberg, 1990) oder temporale Regionen für die Ableitung auditorisch evozierter Potentiale (Prescott et al., 1984). Auch hier zeigten sich beide Verlaufsmuster. Daß diese Verläufe allerdings nicht mit Verläufen am Vertex vergleichbar sind, stellten Buchsbaum und Pfefferbaum (1971) sowie Connolly und Gruzelier (1982) heraus. Sie konnten in ihren Arbeiten zeigen, dass Amplitudenverläufe auf Oz und Cz

oft gegensätzlich sind. So sollen Oz-Augmenter Cz-Reducer sein und umgekehrt. Lukas (1987) sowie Stenberg et al. (1988) führen allerdings nichtsignifikante Korrelationen der Steigungskoeffizienten von Cz und Oz an ( $r = .23$ , n.s., bzw.  $.07$ , n.s.). In der Studie mit auditiven Reizen von Prescott et al. (1984) zeigten sich ebenso unterschiedliche Kurvenverläufe ( $P_1-N_1$  bzw.  $N_1-P_2$ ) auf T3 und T4 einerseits und Cz andererseits. Hier konnten nur zwischen 46 und 64% der Probanden auf beiden Lokalisationen ähnliche EP-Verläufe aufweisen. Für die  $N_1$ -Komponente war die Übereinstimmung jedoch größer. Auch Carillo-de-la-Peña (1999) fand unterschiedliche Verläufe an temporalen und fronto-zentralen Regionen. Temporal waren mehr Reducing-Muster zu beobachten als fronto-zentral.

Die Frage, ob der Vertex tatsächlich die beste Lokalisation für Augmenting-Reducing-Experimente darstellt wird weiterhin von Hegerl (1994) negativ beantwortet. Seiner Ansicht nach ist der Vertex kein modalitätsunspezifischer Ort. Aufgrund von Dipolanalysen vermutet er die Generierung der  $N_1-P_2$ -Komponente akustisch evozierter Potentiale durch zwei Dipole pro Hemisphäre: einen tangentialen und einen radialen Dipol. Dies impliziert, dass akustisch evozierte Potentiale, die von Cz gemessen werden, die Aktivität primär-sensorischer Felder widerspiegeln. Wenn nun bei visuellen Reizen von Cz gemessen wird, spiegelt das hingegen die Aktivität sekundär-sensorischer Areale wider. Von daher, so die Autoren, sind Studien, die akustisch und visuell evozierte Potentiale von Cz ableiten, nicht miteinander vergleichbar: „In studies on cross-modal correlations VEP and AEP were recorded from Cz. It has now to be assumed that in these studies evoked responses from primary auditory cortices were compared to those from unspecific or secondary areas in the visual modality. This may be the reason for the lack of cross-modal correlations of the intensity dependence in the literature. A reevaluation of this issue should be performed.” (Hegerl, 1994; p. 10). Inwieweit dies allerdings auch auf die frühere  $P_1-N_1$ -Komponente zutrifft, bleibt unbeantwortet.

Es scheint also fragwürdig, ob Cz eine modalitätsunspezifische Region ist. Demnach sollten andere Lokalisationen untersucht werden. Nach Petrie (1952, zit. nach Petrie, 1967) z. B. spielen präfrontale Regionen bei der Schmerzwahrnehmung und -verarbeitung eine wichtige Rolle. Nach Läsionen im präfrontalen Kortex konnte sie eine Abnahme der Schmerzwahrnehmung beobachten. Entsprechend ist in neuerer Zeit auch die Lokalisation Fz in einigen Studien zum Augmenting-Reducing untersucht worden. Bruneau et al. (1984) und Bruneau, Roux, Garreau und Lelord (1985) verglichen akustische EPs auf den Lokalisationen Cz und Fz und konnten frontal (Fz) mehr Reducing beobachten als zentral (Cz). Die Autoren interpretieren dies im Sinne eines frontal zu lokalisierenden Schutzmechanismus. Wenn nun der präfrontale Kortex eine wichtige Kontrollinstanz für eintreffende Reize ist, so sollten bei Personen mit präfrontalen Läsionen höhere Amplituden im evozierten Potential aufgrund mangelnder Inhibition zu beobachten sein. Tatsächlich konnten einige Studien bei Probanden mit frontalen Schädigungen erhöhte Amplituden bei sehr frühen evozierten Potentialen (bis 70 ms) beobachten (Knight, Scabini & Woods, 1989; Yamaguchi & Knight, 1990). Die einzige

Studie, die das Augmenting-Reducing Paradigma bei Probanden mit präfrontalen Läsionen verwendete, stammt von Blenner und Yingling (1994). Sie verglichen 21 Probanden mit präfrontalen Läsionen mit 23 gesunden Kontrollen in einem visuellen Augmenting-Reducing Paradigma. Es zeigte sich eine deutlichere Intensitätsabhängigkeit (d. h. stärkeres Augmenting) in der Läsions-Gruppe auf den Lokalisationen Fz, Cz und besonders Oz. Die Autoren interpretieren dies als Zeichen dafür, dass der Schutzmechanismus, der für das Reducing verantwortlich sein soll, in präfrontalen Regionen liegen müsse. Kritisch ist bei dieser Studie jedoch anzumerken, dass keine adäquate Kontrollgruppe (mit Läsionen in anderen Gebieten) zur Verfügung stand und von daher nicht unbedingt der präfrontale Cortex für das fehlende Reducing-Pattern verantwortlich sein muß. Insgesamt gesehen, sprechen die Ergebnisse jedoch für einen bedeutenden Beitrag präfrontaler Lokalisationen an der Verarbeitung externer Reize.

Eine entscheidende Störquelle bei Augmenting-Reducing-Experimenten stellen periphere Prozesse, wie z. B. Augenbewegungen dar. Es ist bekannt, dass solche Muskelartefakte EP-Amplitudenverläufe stark modifizieren können (Lutzenberger, Elbert, Rockstroh & Birbaumer, 1985). Dies trifft vor allem für vertikale Augenbewegungen zu (z. B. Zwinkern). Solche Artefakte sind zum Teil nur schwer von validen EP-Amplituden zu unterscheiden und bedürfen deshalb einer separaten Aufzeichnung und Kontrolle. Besonders frühe Studien zum Augmenting-Reducing (z. B. Buchsbaum & Silverman, 1968; Schechter & Buchsbaum, 1973; Schooler, Buchsbaum & Carpenter, 1976; Silverman, Buchsbaum & Henkin, 1969; Spilker & Callaway, 1969) erhoben Amplitudenverläufe ohne die verfälschenden Einflüsse von Augenbewegungen zu kontrollieren. Wie grob dies die Komponenten  $P_1$ ,  $N_1$  und  $P_2$  beeinflussen kann, führen Iacono et al. (1982) an. Sie konnten mittlere signifikant negative Korrelationen von  $-.46$  bis  $-.51$  zwischen den Amplituden der Augenbewegungen und der  $P_1$ - $N_1$ -Amplitude beobachten, was bedeutet, dass starkes Zwinkern die  $P_1$ - $N_1$ -Amplitude (gemessen am Vertex) verringert. Dies soll insbesondere bei hohen Reizintensitäten der Fall sein. Hieraus resultiert dann ein Reducing-Muster, das jedoch nicht auf eine kortikale Amplitudenverminderung zurückzuführen ist, sondern vielmehr die Auswirkung von Augenbewegungen darstellt. Daraus kann gefolgert werden, dass Personen, die als Reaktion auf Reize stark Zwinkern, eher als Reducer klassifiziert werden: "In other words, the more a subject blinks, the more likely it is that he or she will look like a reducer instead of an augmentor, regardless of the amplitude of the brain's response to the stimuli." (Iacono et al., 1982; p. 906). Darüberhinaus konnten die Autoren beobachten, dass die mit dem Reiz in Verbindung stehenden Augenbewegungen für jede Intensität eine hohe Test-Retest-Reliabilität aufwiesen (gemessen über ein Intervall von einer Woche). Diese war mit  $.82$  bis  $.90$  sogar höher als die Test-Retest-Reliabilität der mit Augenbewegungen kontaminierten  $P_1$ - $N_1$ -Amplituden ( $.60$  bis  $.88$ ). Soskis und Shagass (1974) stellten fest, dass spätere Komponenten (bis ca. 200 ms) von Augenbewegungen dahingehend beeinflusst werden, dass die in diesem Zeitfenster auftretenden positiven Amplituden größer werden. Für die früheren evozierten Potentiale bis 150 ms (also die  $P_1$ - $N_1$ -

Komponente) konnten die Autoren jedoch keinen modifizierenden Einfluß von Augenbewegungen beobachten. Leider führen die Autoren jedoch keine Korrelationen an, was von Iacono et al. (1982) bemängelt wurde. Lukas und Siegel (1971) konnten in ihrer tierexperimentellen Anordnung Augenbewegungen medikamentös ausschalten. Trotzdem zeigte sich bei einigen ihrer Katzen ein Reducing-Muster am Okzipitallappen (Oz).

Einflüsse peripherer Prozesse anderer Art auf EP-Kurvenverläufe beschreiben auch Baribeau und Laurent (1987). Ihnen zufolge können in akustischen Augmenting-Reducing Experimenten protektive Muskelreflexe im Mittelohr die Intensitätsabhängigkeit besonders der  $N_1$ -Amplitude modulieren. Die Autoren fanden konsistente Zusammenhänge zwischen diesen Muskelpotentialen und der  $N_1$  dahingehend, dass sich deren Amplitude verringerte und damit einen Reducing-Verlauf wahrscheinlicher machte. Solche möglichen Muskeleinflüsse sind jedoch in allen bisher durchgeführten akustischen Augmenting-Reducing Anordnungen vernachlässigt worden. Dabei könnten sie eventuell eine Ursache für die geringen Modalitätsübereinstimmungen der EP-Kurvenverläufe sein.

Augmenting-Reducing scheint von peripheren Prozessen beeinflussbar zu sein. So können besonders in der visuellen Modalität Augenbewegungen und in der auditiven Modalität Mittelohrreflexe die Amplitudenverläufe grob verzerren. Vor diesem Hintergrund ist es wohl unentbehrlich, in solchen Experimenten zumindest Augenbewegungen mitaufzuzeichnen, um deren Einfluß auf die Komponenten  $P_1$ ,  $N_1$  und  $P_2$  zu bestimmen und ggf. zu korrigieren. Eine Kontrolle der Mittelohrreflexe ist aufgrund des technischen Aufwandes dagegen nur schwer möglich.

Im folgenden soll es um die Frage gehen, welche psychologischen und Verhaltenskorrelate mit einem Augmenting- bzw. Reducing-Muster im EP einhergehen. Zwar konnte in frühen Studien gezeigt werden, dass Reducer eine erhöhte Schmerztoleranz aufweisen (Buchsbaum, 1976, Buchsbaum et al., 1983), allerdings erscheint dieses Ergebnis wenig plausibel im Hinblick auf Untersuchungen aus der gleichen Arbeitsgruppe. So berichten z. B. Silverman (1972) oder Silverman, Buchsbaum und Henkin (1969) von einer erhöhten Sensitivität (d. h. herabgesetzten Wahrnehmungsschwelle) bei EP-Reducern. In Anlehnung an Pawlow (1927) wurde die Reaktivitätsabnahme bei dieser Personengruppe von zahlreichen Autoren (z. B. Buchsbaum, 1976; Silverman et al., 1969; Zuckerman, Murtaugh & Siegel, 1974; Lukas & Siegel, 1977) als eine Schutzhemmung des Zentralnervensystems gegen übermäßige Stimulation interpretiert, dessen Funktionsmechanismus auf der Ausbildung einer Transmarginalen Inhibition (TMI) beruhe. Also sollten Reducer eher schwache Nervensystemtypen sein, die eine herabgesetzte Schmerztoleranz aufweisen. Zudem wurden in den von Buchsbaum (1976) und Buchsbaum et al. (1983) angeführten Studien zur Schmerztoleranz Augmenter und Reducer anhand somatosensorischer EPs klassifiziert. Wie weiter oben bereits festgestellt wurde, bestehen jedoch keine Modalitätsübereinstimmungen zwischen der somatosensorischen und der auditiven oder visuellen Modalität (siehe auch Zuckerman, 1994), was die Aussagekraft

dieser Studien einschränkt. Von Knorring (1974) und von Knorring und Johansson (1980) konnten keinen direkten Zusammenhang zwischen der Veränderung in visuellen EPs und Veränderungen in der Schmerztoleranz beobachten. Es ist also noch nicht endgültig geklärt, welche Personengruppe eine höhere und welche eine niedrigere Schmerztoleranz aufweist. Bei Betrachtung weiterer Studien über den Zusammenhang zwischen Augmenting-Reducing und Verhalten scheint sich allerdings zu bestätigen, dass EP-Reducer Personen sind, die ein schwaches Nervensystem besitzen, das ein „Zuviel“ an Stimulation schlecht verkraftet. So konnten Lukas und Mullins (1985) und Lukas und Mullins (1988; zit. nach Zuckerman, 1994) beobachten, dass Reducer unter besonderer Arbeitsbelastung mehr Fehler machten als Augmenter; sie waren also weniger streßresistent. Bestätigung findet diese Konzeption auch durch tierexperimentelle Studien (Hall, Rappaport, Hopkins, Griffin & Silverman, 1970; Lukas & Siegel, 1977; Saxton, Siegel & Lukas, 1987). Diese zeigten konsistent mehr Explorationsverhalten, Aktivität und Aggressivität bei Augmenter-Tieren, wohingegen Reducer-Tiere passiver waren, kaum Interesse an neuen Stimuli hatten und einmal gelerntes Verhalten besser hemmen konnten. In eine ähnliche Richtung gehen auch Befunde von Brocke et al. (1999). Sie konnten zeigen, dass ein Augmenting-Muster in den einzelnen Komponenten  $N_1$  und  $P_2$  mit einer erhöhten Fehlerrate in einer verzögerten Reaktionszeitaufgabe einhergeht. Augmenter drückten häufig zu früh die Taste und reagierten häufiger schon vor dem imperativen Reiz. Auch hier zeigt sich also eine schlechtere Verhaltenshemmung bei den Augmentern im Vergleich zu den Reducern. Augmenter in der  $N_1$ - $P_2$ -Komponente auf C4 zeigten zudem weniger Auslassungs-Fehler (Omissions-Fehler) als Reducer.

Studien, in denen das Augmenting-Reducing-Phänomen in unterschiedlichen Altersgruppen untersucht wurde, erbrachten divergierende Ergebnisse. So konnte einerseits eine Zunahme von Reducing-Verläufen mit zunehmendem Alter beobachtet werden (Buchsbaum, Henkin & Christiansen, 1974; Hegerl, Gallinat & Mrowinski, 1994), andererseits aber auch eine Zunahme von Augmenting-Verläufen (Cohn, Dustman & Shearer, 1985; Dustman, Shearer & Emmerson, 1991; Dustman, Shearer & Snyder, 1982). Dustman et al. (1991) konnten anhand eines visuellen A-R-Paradigmas einen U-förmigen Verlauf von Augmenting-Verläufen über die Entwicklungsspanne beobachten. Bei Kindern waren Augmenting-Verläufe vorherrschend, die mit zunehmendem Alter von Reducing-Verläufen abgelöst wurden, die etwa zwischen 17 und 40 Jahren annähernd ähnlich blieben. Ab einem Alter von etwa 50 Jahren konnte wieder eine Zunahme von Augmenting-Verläufen beobachtet werden. Die Autoren erklären ein Augmenting-Muster im Alter mit dem Nachlassen der zentralnervösen Schutzhemmung. Bei Kindern soll den Autoren zufolge ein Reducing-Muster vorherrschen aufgrund eines noch unreifen Gehirns, das vermehrt Schutz gegen Überstimulation benötigt. Die Auswirkungen des Alters auf die Augmenting- bzw. Reducing-Verläufe scheinen jedoch auch von der Lokalisation abhängig zu sein. So konnten Kramer, Hofman, Elton & Kerkhof (1996) beobachten, dass bei älteren Probanden zwar auf parietalen und okzipitalen Regionen

(bei einem visuellen A-R-Paradigma) ein Augmenting-Muster vorherrschend war, an frontozentralen Orten jedoch ein Reducing-Muster.

Die Bedeutung der Auswirkung eines Augmenting- bzw. Reducing-Verlaufs auf die subjektive Intensitätseinschätzung ist kaum untersucht worden. Buchsbaum (1976) sieht es als unwahrscheinlich an, dass ein Reducing-Muster auch mit Angaben zu einer verminderten Intensitätswahrnehmung einhergeht, obwohl er, als auch z. B. von Knorrning und Johansson (1981) davon ausgehen, dass ein Reducing mit einer verminderten Schmerzwahrnehmung einhergeht. Raine et al. (1981; siehe auch Roger & Raine, 1984) erhoben zusätzlich zu EP-Messungen retrospektiv subjektive Intensitätseinschätzungen auf einer 7-stufigen Skala. Leider teilen die Autoren jedoch keine detaillierteren Zusammenhänge zwischen den subjektiven und den psychophysiologischen Indizes mit. Roger und Raine (1984) verweisen lediglich darauf, dass in der Studie von Raine et al. (1981) keine signifikanten Zusammenhänge zwischen subjektiven und psychophysiologischen Daten gefunden werden konnten. So muß die Beantwortung der Frage nach Zusammenhängen zwischen subjektiver und psychophysiologischer Intensitätsabhängigkeit nach wie vor offen bleiben.

#### 1.4 Zur Frage der konvergenten Validität der Methoden

Auffallend sind die methodisch unterschiedlichen Zugänge zum Augmenting-Reducing-Phänomen, die sich auf drei unterschiedlichen Beobachtungsebenen bewegen. So existieren ein Verhaltenstest (KFA), ein Fragebogen (RAS) sowie ein psychophysiologischer Test (EP), die alle ähnliche theoretische Vorhersagen machen:

Ausgehend von der Konzeption Petries (1967) sind Augmenter Personen, die eintreffende Reize verstärken. Sie scheinen von Grund auf stärker erregbar zu sein, nehmen Stimulation als intensiver wahr und empfinden deshalb starke Stimulation eher als schmerzhaft. Umgekehrt verhält es sich bei den Reducern. Sie dämpfen eintreffende Reize ab und empfinden sie deshalb als nicht so intensiv. Der KFA-Test hat durch die Reliabilitätsdebatte in den 70er Jahren jedoch an Bedeutung verloren. Aufgrund der zweifelhaften Gütekriterien und dem relativ umständlichen Vorgehen sind in den letzten Jahren kaum noch Studien zum KFA-Test erschienen. Die letzte mir bekannte Arbeit, die den KFA-Test zur Persönlichkeitsklassifikation heranzog - aber von seinem weiteren Gebrauch abriet - erschien Mitte der 90er Jahre (van Kampen & Hundleby, 1994). Abschließend muß festgehalten werden, dass der KFA-Test sicherlich keine optimale Methode zur Messung von Augmenting-Reducing darstellt. So resümiert Barnes (1976): "Kinesthetic aftereffects are very easily contaminated and the technology for their measurement is very imperfect." (p. 32).

Vando (1969) spricht von Augmentern als Personen, die reizärmere Situationen präferieren und weniger schmerz tolerant sind. Auch in dieser Konzeption scheinen sie die auf sie einströmenden Reize zu verstärken und versuchen deshalb ein „Zuviel“ an Stimulation zu vermeiden. Auch Vando postuliert bei den Augmentern einen zentralnervösen Verstärkungsme-

chanismus, der diese Personen eher im unteren Intensitätsbereich optimal funktionieren läßt. Reducer hingegen besitzen einen Dämpfungsmechanismus, der Umweltreize herunterregelt, so dass diese Personen erst bei höheren Reizintensitäten optimal erregt sind. Die R-A-Skala ist eine ökonomische Methode (Barnes, 1976). Sie ist schnell durchzuführen, leicht auszuwerten und verfügt über eine gewisse Augenscheinvalidität. Trotz ihrer Entstehung in den 70er Jahren ist sie bis heute jedoch kaum verbreitet. Dies mag sicherlich an der inhaltlichen Überschneidung mit dem Sensation Seeking-Konzept Zuckermans liegen, das sich in der Persönlichkeitsforschung einen festen Platz erobert hat. Notwendig wären hier Studien zur diskriminanten Validität der RAS. Abbildung 1.2 veranschaulicht die theoretischen Vorhersagen des KFA-Tests und der R-A-Skala.

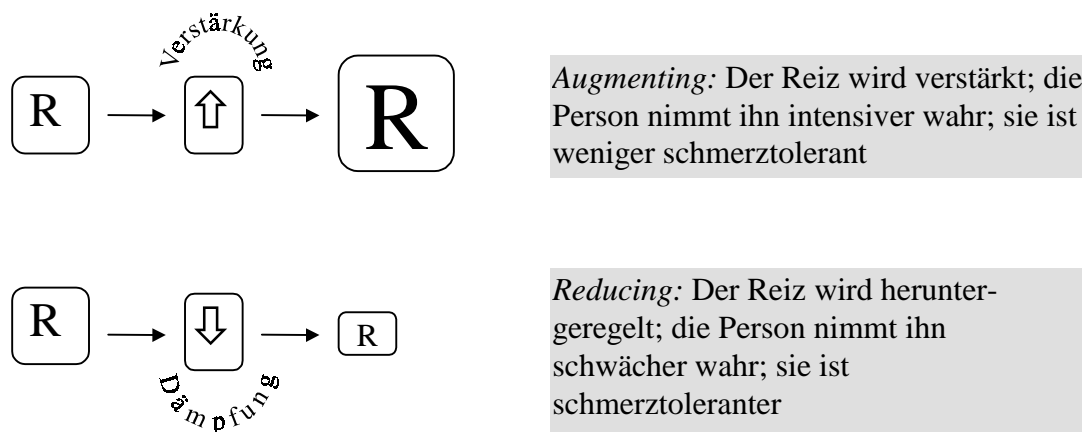


Abb. 1.2. Das Augmenting-Reducing-Phänomen im KFA-Test und in der RAS.

Als das gängigste und am meisten verbreitete Instrument zur Untersuchung von Augmenting-Reducing hat sich die Methodik der Ableitung evozierter Potentiale durchgesetzt. Dies mag sicher auch auf den enormen Aufschwung der Neurowissenschaften Anfang der 80er Jahre zurückzuführen sein (vgl. Haier, 1984). Buchsbaum und Silverman (1968) postulieren bei einigen Personen (den sogenannten Augmentern) - wie Petrie oder Vando - ebenfalls einen Verstärkungsmechanismus, der eintreffende Reize potenziert. Solche Personen zeigen bei steigender Reizintensität einen Reaktivitätsanstieg im EP. Andere Personen - die Reducer - regeln intensivere Reize herunter. Bei ihnen nehmen die Amplituden im EP bei steigender Reizintensität ab. Die Auswirkung einer zentralnervösen Stimulus-Intensitäts-Modulations-Instanz erfährt hier jedoch einen Wandel. Das Zentralnervensystem von Augmentern ist in der Lage auch starke Stimulation mit einem Reaktivitätsanstieg zu beantworten. Demnach gelangen sie also nicht - oder aber erst bei sehr viel intensiveren Reizen - zu einem „Zuviel“ an Stimulation. Reducer hingegen erreichen sehr viel früher einen Punkt Transmarginale Hemmung, ab dem die Reaktivität zurückgefahren wird. Sie reagieren in dieser Konzeption also empfindlicher auf Stimulation. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber den anderen Methoden zur



Messung von Augmenting-Reducing besteht in der dynamischen Testung. Nur bei diesem Test wird die Reaktivität auf unterschiedliche Intensitäten geprüft, was für ein Instrument, das vorgibt, eine Stimulus-Intensitäts-Modulation abbilden zu wollen, unabdingbare Voraussetzung ist. Für die neurophysiologische Methode spricht zudem ihre psychopathologische Relevanz (siehe zusammenfassend Zuckerman, Buchsbaum & Murphy, 1980). So sollen sich anhand dieses Instruments Schizophrene von bipolar affektiv Erkrankten trennen lassen (Silverman, 1972; Zuckerman et al., 1980). Dabei sollen Schizophrene eher Reducing-Verläufe zeigen, bipolar affektiv Erkrankte dagegen ein Augmenting. Auch in Bezug auf Alkoholkonsum bzw. -abhängigkeit wurde die EP-Methode mit Erfolg herangezogen. So sollen Probanden mit einem Verlangen nach Alkohol ein Augmenting-Muster zeigen (Ludwig, Cain & Wiler, 1977), akuter Alkoholkonsum hingegen soll zu einem kortikalen Reducing führen (Hegerl, Juckel, Schmidt & Rommelspacher, 1996). Dieser Befund ist überaus interessant: Alkohol ist eine sedierend wirkende Substanz, die „helfen“ könnte, ein „Zuviel“ an Stimulation zu vermeiden. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil besteht ferner in der Möglichkeit, diese Methode auch im Tierbereich einsetzen zu können, um evtl. Rückschlüsse auf determinierende biologische Mechanismen ziehen zu können. So konnten Augmenting-Reducing-Verläufe auch bei Katzen oder Ratten gefunden und in Zusammenhang mit Verhaltensweisen gebracht werden (Dellu, Piazza, Mayo, Le Moal & Simon, 1996; Hall, Rappaport, Braden & Williams, 1970; Lukas & Siegel, 1971; Saxton, Siegel & Lukas, 1987; Siegel & Driscoll, 1996). Ergebnisse solcher Studien legen nahe, dass Augmenting-Reducing auf neokortikaler Ebene durch Serotonin vermittelt wird.

Wie unter Abschnitt 1.3 (Seite 16 ff.) besprochen, ist jedoch auch die EP-Methode nicht frei von Kritik: Dringend erforderlich wären eine Standardisierung der applizierten Stimuli, der Versuchsdurchführung und der Parametrisierung. Zudem stellen fehlende Modalitätsübereinstimmungen die Validität dieser Methode in Frage.

Interessant erscheint nun die Frage, inwieweit diese drei Methoden im Sinne eines Multitrait-Multimethod-Ansatzes (Campbell & Fiske, 1959) zu ähnlichen Klassifikationen führen. Dazu sollen im folgenden einige Studien dargestellt werden, die mindestens zwei methodische Zugänge an denselben Probanden untersucht haben.

### KFA und EP

In der Studie von Buchsbaum und Silverman (1968) zur Untersuchung individueller Differenzen im EP konnte Zusammenhänge zwischen dem KFA-Test und der EP-Methode mit visuellen Reizen beobachtet werden. Sie untersuchten 10 männliche und 10 weibliche gesunde Probanden sowie 5 männliche an Schizophrenie erkrankte (unmedizierte) Versuchspersonen und konnten eine signifikante positive Korrelation von  $r = .63$  zwischen dem KFA-Test und der  $P_{100}$ -Amplitude feststellen. Demnach schienen KFA-Reducer auch EP-Reducer zu sein. Der Zusammenhang war besonders ausgeprägt unter den weiblichen Probanden. Auch Silverman, Buchsbaum und Henkin (1969) konnten einen signifikanten positiven Zusammen-

hang von  $r = .50$  beobachten. Spilker und Callaway (1969) konnten an ihren Probanden ( $n = 30$ , keine Angaben zum Geschlecht) ebenfalls einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen beiden Meßinstrumenten feststellen ( $r = .66$ ). Einen negativen Zusammenhang von  $r = -.47$  hingegen konnte Borge (1973) beobachten. Er untersuchte allerdings nur klinische Stichproben (Depressive und schizophrene Erkrankte), die zum Teil unter medikamentösem Einfluß standen. Die in der Mehrzahl der Studien gefundenen positiven Korrelationen dieser beiden Meßinstrumente wurden später jedoch in Frage gestellt (Davis, Cowles & Kohn, 1983; Dragutinovich, 1987c; Goldman et al., 1983), da Buchsbaum und Kollegen sowie Spilker und Callaway mit einer abgewandelten Form des Petrie'schen KFA-Tests untersuchten. Dabei ließen sie nicht nacheinander mit der dominanten Hand die Stimulationsblöcke betasten, sondern parallel mit der rechten und linken Hand. Da der KFA-Test jedoch sehr empfindlich gegenüber Verletzungen in der Durchführung ist (siehe Abschnitt 1.1, Seite 10 ff.), ist es möglich, dass diese Ergebnisse ein Artefakt darstellen. Nur eine Studie verwendete die Originalkonzeption des KFA-Tests (Schooler et al., 1976). Auch in dieser Studie konnte zwar der positive Zusammenhang mit der EP-Methode bestätigt werden ( $r = .41$ ), allerdings waren in dieser Untersuchung an Schizophrenie erkrankte und zum Teil unter medikamentöser Behandlung stehende Personen die Probanden, was die Aussagekraft dieser Studie beträchtlich einschränkt (siehe auch Davis et al., 1983). Ferner gilt es zu beachten, dass keine der hier erwähnten Studien Augenbewegungen mit aufzeichnete und daher die Validität der EP-Messungen fraglich erscheint.

### *Bewertung*

Die Ergebnisse sprechen augenscheinlich für einen Zusammenhang des KFA-Tests mit der EP-Methode. Allerdings muß einschränkend festgehalten werden, dass die meisten Studien den KFA-Test methodisch nicht korrekt durchgeführt haben oder die Stichprobensammlungen kritikwürdig sind (klinische, medizierte Probanden). Die Sensitivität des KFA-Tests gegenüber Verletzungen in dessen Durchführung wurde bereits im Abschnitt 1.1 (Seite 10 ff.) diskutiert. Weiterhin hat keine der zitierten Studien den verfälschenden Einfluß von Augenbewegungen auf die EP-Kurvenverläufe berücksichtigt. Allein deshalb bleiben die berichteten Ergebnisse zweifelhaft.

Davis et al. (1983) gehen sogar von einem gegenteiligen Zusammenhang der beiden Meßinstrumente aus. Ihrer Ansicht nach sind KFA-Reducer EP-Augmenter und umgekehrt KFA-Augmenter EP-Reducer. Sie erklären dies mit der Bedeutung der Reizintensität, die in beiden Methoden unterschiedlich ist. Den Autoren zufolge wird im KFA-Test nur mit sehr geringen Reizintensitäten gearbeitet, während diese bei Anwendung der EP-Methodik weitaus höher liegen. Bei solch hohen Reizintensitäten tritt das ein, was man in Anlehnung an Pawlow (1927) als Transmarginale Inhibition (TMI) bezeichnen könnte: die Reaktivität wird in Folge eines Schutzmechanismus abgeblockt. In der Tat erscheint die Argumentation von Davis et al. (1983) plausibel. Auch Petrie verwies 1962 darauf, dass Augmenter unter andauernden Lärm-

bedingungen zu Reducern werden können (Petrie, Holland & Wolk, 1962; nach Buchsbaum et al., 1983). Abbildung 1.3 veranschaulicht den von Davis et al. (1983) postulierten Zusammenhang der beiden Methoden.

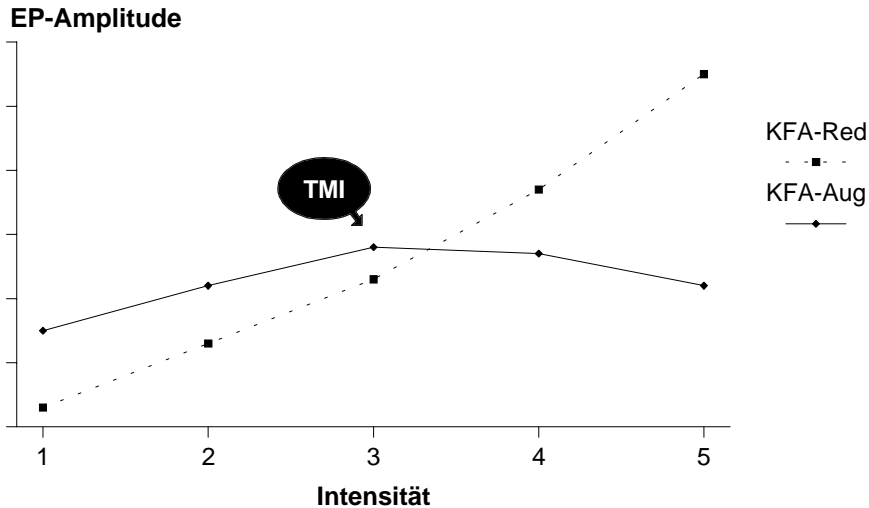


Abb. 1.3. Davis et al. (1983): KFA-Augmenter werden mit steigender Reizintensität aufgrund einer einsetzenden Transmarginalen Hemmung (TMI) zu Reducern im evozierten Potential. KFA-Reducer hingegen werden zu EP-Augmentern.

Personen, die im KFA-Test als Reducer klassifiziert werden, sollten bei geringen Reizintensitäten ebenfalls verringert reagieren. Mit zunehmender Reizintensität sollte dann jedoch ein Reaktivitätsanstieg zu beobachten sein. KFA-Augmenter sollten bei niedrigen Reizintensitäten eine höhere Reaktivität zeigen, die mit zunehmender Reizintensität bis zu einem Punkt ansteigen sollte, an dem eine Transmarginale Hemmung (TMI) einsetzt. Wenn dieser Punkt erreicht ist, sollte eine Reaktivitätsverminderung mit steigender Reizintensität einsetzen.

### KFA und RAS

Nur zwei Studien haben den KFA-Test zusammen mit der R-A-Skala untersucht. Davis et al. (1984) untersuchten 9 männliche und 5 weibliche Reducer und 14 weibliche Augmenter (mind. 1,5 Standardabweichungen über bzw. unter dem Mittelwert der R-A-Skala) sowie 5 männliche und 7 weibliche RAS-Moderates mit dem KFA-Test nach Petrie. Als anfängliche Ruhephase wurden hierbei die Vortests angesehen, während derer die Probanden ihre Finger nicht benutzen durften. Die Autoren konnten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen beiden Tests beobachten und schlußfolgerten, dass dies wahrscheinlich an den mangelhaften Gütekriterien des KFA-Tests liegen müsse.

Einschränkend muß an dieser Studie festgehalten werden, dass die Stichprobe der Augmenter nur aus Frauen bestand und der Hormonzyklus bei weiblichen Probanden die Ergebnisse des KFA-Tests durchaus verändern kann (Baker, Mishara, Kostin & Parker, 1979). Zudem ist

fraglich, inwieweit die hier erhobene Ruhephase - gerade auch vor dem Hintergrund der Vor-  
tests - ausreichend war.

Truscott und Fehr (1986b) konnten ebenfalls keinen Zusammenhang der beiden Meßinstru-  
mente feststellen ( $r = .13$ ; n.s.). Sie untersuchten 23 männliche und 23 weibliche Probanden.  
Der KFA-Test wurde nach einer nur 10-minütigen Ruhephase durchgeführt und diente der  
Klassifikation der Probanden in Augmenter, Reducer und Moderates. Diese Autoren gehen im  
Gegensatz zu Davis et al. (1984) von der Validität des KFA-Tests aus und raten von einer  
weiteren Nutzung der R-A-Skala als Ersatz für den KFA-Test ab.

### *Bewertung*

Beide Studien fanden keinen Zusammenhang zwischen dem KFA-Test und der R-A-Skala. Es  
scheint eine Glaubensfrage zu sein, welcher der beiden Tests der validere ist und tatsächlich  
Augmenting-Reducing mißt. Die bisher durchgeführten Studien erlauben keine hinreichende  
Beantwortung dieser Frage, zumal methodische Unzulänglichkeiten in beiden Experimenten  
vorhanden waren. Neu konzipierte Studien mit methodisch korrekter Durchführung des KFA-  
Tests wären hier zu fordern.

### RAS und EP

Acht Studien widmeten sich der Untersuchung von EP-Augmenting-Reducing und der R-A-  
Skala (Blenner & Haier, 1986; Lolas, Camposano & Etcheberrigaray, 1989; Lukas, 1981;  
Lukas, 1987; Lukas & Mullins, 1983; Lukas & Mullins, 1985; Mullins & Lukas, 1984; Roger  
& Raine, 1984). Blenner und Haier (1986) untersuchten 262 männliche Probanden mit der  
EP-Methode nach Buchsbaum und Silverman mit visuellen Reizen und selegierten die oberen  
und unteren 10% der Verteilung der Steigungskoeffizienten der  $P_1-N_1$ -Amplituden. Die ver-  
bleibenden 22 extremen Augmenter und 22 extremen Reducer (keine Angaben zum Ge-  
schlecht) bearbeiteten anschließend die R-A-Skala. Die Ergebnisse zeigten keinen signifikanten  
Zusammenhang der beiden Meßmethoden ( $r = .11$ ; n.s.). Lolas et al. (1989) untersuchten  
17 männliche und 17 weibliche Probanden mit auditorisch evozierten EPs. Auch sie konnten  
keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der R-A-Skala und den Steigungskoeffizienten  
der  $P_1-N_1$  Amplituden ( $r = -.05$ ; n.s.) oder der  $N_1-P_2$  Amplituden ( $r = -.16$ ; n.s.) in der Ge-  
samstichprobe feststellen. Erst nach Berücksichtigung des Geschlechts konnte bei den weib-  
lichen Probanden eine signifikant negative Korrelation ( $r = -.64$ ), bei den männlichen Proban-  
den hingegen eine positive Korrelation ( $r = .44$ ; n.s.) zwischen der R-A-Skala und dem Stei-  
gungskoeffizienten der  $N_1-P_2$  Amplitude beobachtet werden. Weibliche Reducer nach der  
RAS waren also eher auch Reducer in der EP-Methode, männliche RAS-Reducer eher EP-  
Augmenter. In der  $P_1-N_1$ -Komponente gab es keine Unterschiede. Lukas (1981) und Lukas  
und Mullins (1983, 1985) konnten sowohl mit visuellen als auch mit akustischen Reizen kei-  
nen signifikanten Zusammenhang der EP-Methode mit der RAS nachweisen. Mullins und  
Lukas (1984) konnten hingegen einen Zusammenhang zwischen der RAS und der  $P_1-N_1$ -

Komponente für die Lokalisation Fz feststellen, wenn die Probanden ihre Aufmerksamkeit auf die Reize richteten. Zudem fungierte in dieser Studie weißes Rauschen als auditiver Reiz. Ebenso konnte Lukas (1987) einen positiven, jedoch nicht signifikanten Zusammenhang zwischen der Steigung der P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub>-Amplituden auf Cz und der RAS von  $r = .40$  beobachten. Roger und Raine (1984) untersuchten 43 Probanden mit akustischen und visuellen EPs, von denen 18 männliche und 7 weibliche Personen später verschiedene Fragebögen, darunter auch die RAS bearbeiteten. Für die auditive Modalität fanden die Autoren einen negativen, jedoch nicht signifikanten Zusammenhang der RAS mit der P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub> Amplitude ( $r = -.38$ ; n.s.), mit der N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub> Amplitude eine Korrelation von  $r = .13$  (n.s.). Für die visuelle Modalität konnte in beiden Komponenten ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden ( $r = .13$ ; n.s. mit P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub>;  $r = .078$ ; n.s. mit N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>).

### *Bewertung*

Die Ergebnisse sind sehr heterogen und sprechen insgesamt eher gegen einen Zusammenhang der beiden Instrumente. Größere Zusammenhänge scheinen abhängig von der Modalität (RAS und akustisch evozierte Potentiale), dem Geschlecht (eher bei weiblichen Probanden) oder der Aufmerksamkeit zu sein. Die Abhängigkeit von der Modalität erscheint bei genauerer Betrachtung jedoch plausibel. Wie unter Abschnitt 1.2 bereits angeführt, enthält die R-A-Skala neben Items zur kinästhetischen Modalität vor allem Items zur auditiven Modalität. Wenn hier Probanden angeben, intensive akustische Reize zu präferieren, sollte sich dies auch in einem akustischen EP-Paradigma widerspiegeln (Brunswick-Symmetrie). Es wäre also denkbar, dass einige Individuen nur in der auditiven Modalität intensivere Reize präferieren, in der visuellen Modalität jedoch nicht. Weiterhin ergibt sich aus obigen Studien die Notwendigkeit, in zukünftigen Experimenten separate Analysen für das Geschlecht durchzuführen sowie gegebenenfalls den Einfluß der Aufmerksamkeit zu kontrollieren.

### Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die Ergebnisse sind überraschend: Die hier aufgelisteten vergleichenden Studien machen deutlich, dass Augmenting-Reducing kein einheitliches Konstrukt darstellt. Die Klassifikation der Probanden in Augmenter oder Reducer ist offenbar abhängig vom jeweiligen Meßinstrument. Das einzige Verbindungsglied zwischen diesen methodisch heterogenen Zugängen scheint in der gemeinsamen theoretischen Fundierung zu liegen: Augmenter verstärken Reize, Reducer schwächen diese ab.

Dabei sind die RAS und die EP-Methode im Hinblick auf die Test-Gütekriterien sicher die besten Instrumente zur Messung von Augmenting-Reducing. Dennoch führen sie nicht zu gleichen Klassifikationen. Die Reizintensität bei EP-Anordnungen scheint dabei von entscheidender theoretischer Bedeutung zu sein. Denn je nachdem, welche Intensitäten betrachtet werden, können die gleichen Probanden einmal als Reducer, ein anderes mal als Augmenter klassifiziert werden (siehe auch Abb. 1.3). Dies ist auf die Ausbildung einer Transmarginalen

Hemmung zurückzuführen, die bei Personen, die weniger Stimulation benötigen bei hohen Reizintensitäten einsetzen soll. Im nächsten Abschnitt soll versucht werden, beide Methoden mit peripher-physiologischen Variablen in Zusammenhang zu bringen, um die Konstruktvalidität beider Instrumente näher zu bestimmen. Da jedoch die Schwierigkeit besteht, die gleichen Personen je nach Methodik gegensätzlich benennen zu müssen und damit der Leser schnell den Überblick verlieren kann, soll im folgenden eine einheitliche Nomenklatur eingeführt werden. In Anlehnung an Davis et al. (1983) sollen „Augmenter“ als Personen beschrieben werden, die einerseits im EP bei hohen Reizintensitäten ein Augmenting-Muster zeigen und andererseits in der RAS stimulationshaltige Situationen bevorzugen. Als „Reducer“ sollen hingegen Personen bezeichnet werden, die im EP eine Amplitudenabnahme im oberen Intensitätsbereich aufweisen und in der RAS angeben, Situationen mit geringerer Stimulation zu präferieren. Dies bedeutet, dass im folgenden die Nomenklatur der R-A-Skala umgepolt wird, um sie mit der EP-Methode kompatibel zu machen (hohe Punktzahl auf der R-A-Skala = Augmenter; niedrige Punktzahl = Reducer). Der folgende Kasten fasst die neue Nomenklatur zusammen:

<b>Augmenter:</b>	Bevorzugen starke Stimulation (RAS) und zeigen bei hohen Reizintensitäten einen weiteren Amplitudenanstieg im EP.
<b>Reducer:</b>	Bevorzugen geringe Stimulation (RAS) und zeigen bei hohen Reizintensitäten aufgrund einer einsetzenden Transmarginalen Hemmung eine Amplitudenabnahme im EP.

### 1.5 Augmenting-Reducing und peripher-physiologische Reaktivität

Weithin unberücksichtigt geblieben ist die Frage nach peripher-physiologischen Korrelaten der Augmenting-Reducing-Dimension. Gerade die Hinzunahme weiterer Variablen, wie peripher-physiologische Indizes würde jedoch einen detaillierteren Einblick in die hypothetischen Regulationssysteme (z. B. TMI) erlauben (siehe Rösler, 1983). So wäre z. B. interessant zu erfahren, ob sich eine zentralnervös manifestierte Hemmung auch auf peripher-physiologischer Ebene (also z. B. in der Hautleitfähigkeitsreaktion oder der Herzfrequenz) abbildet. Von arousalabhängigen Veränderungen in der Reducer-Augmenter-Tendenz gehen Birchall und Claridge (1979) aus. In ihrer Studie konnten sie beobachten, dass Individuen ihr Augmenting- oder Reducing-Muster je nach autonomem Arousal (gemessen anhand des Hautleitfähigkeitsniveaus; SCL) änderten. Sie konnten feststellen, dass bei Personen mit habituell niedrigem Hautleitfähigkeitsniveau die EP-Amplituden mit einer Zunahme im autonomen Arousal (SCL) anstiegen. Bei Personen mit hohem habituellem Hautleitfähigkeitsniveau nahmen die EP-Amplituden mit weiter zunehmendem Arousal ab. Dies würde bedeuten, dass das tonische Arousal, gemessen anhand der Hautleitfähigkeit, entscheidend für die frühen Stadien der Reizverarbeitung sein würde und eine autonome Übererregung mit einer zentralnervösen Schutzhemmung einherginge. Leider gibt es keine anderen Studien, die diese Thematik weiter

verfolgt hätten, zumal auch Birchall und Claridge den Einfluß von Augenbewegungen am Zustandekommen der EP-Reaktionsverläufe nicht beachteten.

Wenn das Konzept Stärke des Nervensystems zur Erklärung der EP-Kurvenverläufe herangezogen wird, könnte angenommen werden, dass Personen, die ein Augmenting-Muster zeigen, peripher-physiologisch eher geringer auf Reize reagieren, da sie augenscheinlich ein starkes NS besitzen. Dies würde bedeuten, dass jene Personen ein weniger deutlich ausgeprägtes Orientierungsreaktionsmuster (OR) auf Reize geringer Intensität zeigen und andererseits ein schwächer ausgeprägtes Defensivreaktionsmuster (DR) auf stark intensive Reize ausbilden sollten (Nebylitsyn, 1972).

Peripher-physiologisch sensitive Maße zur Messung der OR oder DR sind

- Hautleitfähigkeit (EDA)
- Herzrate (HR)
- Pulsvolumenamplitude (PVA)

Um Unterschiede in der OR und DR zu untersuchen, selegierten Davis et al. (1984) Reducer (10 m, 10 w) und Augmenter (8 m, 10 w; mind. 1,5 Std oberhalb oder unterhalb des Mittelwerts) nach der RAS (Nomenklatur geändert, siehe S. 31) und zeichneten Hautleitfähigkeit (tonisch und phasisch), Herzfrequenz und Blutdruck auf. Sie konnten beobachten, dass Reducer nur auf lautere Geräusche (81dB), nicht jedoch auf einen leiseren Ton (53dB) mit der Hautleitfähigkeit langsamer habituieren, d. h. sie reagierten fortwährend relativ stark. Bezüglich der tonischen Hautleitfähigkeit konnten die Autoren beobachten, dass weibliche Reducer ein niedrigeres Hautleitfähigkeitsniveau hatten als männliche Reducer und weibliche Augmenter ein höheres Niveau hatten als männliche Augmenter. Weiterhin konnte bei den Augmentern ein signifikant höherer systolischer Blutdruck gefunden werden, der in einem zweiten Experiment repliziert werden konnte. Besonders die Herzrate scheint zur Unterscheidung von OR und DR hilfreich. Bei einer OR zeigt sich ein charakteristischer biphasischer Verlauf: Auf eine initiale Herzfrequenzdeceleration folgt eine anschließende Akzeleration. Die DR ist hingegen gekennzeichnet durch eine unverzüglich einsetzende Akzeleration. In der Studien von Davis et al. (ebd.) differenzierte die Herzrate jedoch nicht zwischen den Gruppen. Zusammenfassend interpretieren die Autoren ihre Ergebnisse im Hinblick auf die Konzeption „Stärke des Nervensystems“. Reducer scheinen eher ein schwaches NS zu besitzen, Augmenter ein starkes. Der erhöhte Blutdruck bei den Augmentern wird damit erklärt, dass Augmenter eher ein wettbewerbs- und leistungsorientiertes Verhalten zeigen sollen, um ein optimales Erregungsniveau zu erreichen. Dieses Verhalten zeigt Parallelen zum Typ-A-Muster, das mit einem erhöhten Blutdruck einhergehen soll (z. B. Dembroski, MacDougall & Shields, 1977).

Ackerman, Holcomb und Dykman (1984) untersuchten 28 Jungen mit Aufmerksamkeits- bzw. Lernstörungen in einem Aufmerksamkeit induzierenden akustischen EP-Augmenting-Reducing Paradigma und verglichen deren Herzratenverlauf. Reducer-Kinder wiesen eine

signifikant höhere Herzrate auf, ihr Reaktionsmuster (Dezeleration - Akzeleration) lief schneller ab und war - über die Reizintensitäten betrachtet - weniger variabel. Ebenso untersuchten Williams, Bittker, Buchsbaum und Wynne (1975) kardiovaskuläre Maße bei EP-Augmentern und Reducern unter aktiven (Reizaufnahme und Reizabwehr) und passiven Bedingungen (Ruhephasen). Unter aktiven Bedingungen konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen beobachtet werden. In den Ruhephasen zeigten Augmenter jedoch eine erhöhte Herzrate, einen höheren Blutfluß im Unterarm, eine stärkere Vasokonstriktion am Finger und einen höheren diastolischen Blutdruck als Reducer; sie waren also reaktiver.

Zuckerman et al. (1988) untersuchten psychophysiologische Reaktionsverläufe von niedrig und hoch enthemmten Probanden (eingeteilt nach der Disinhibition-Subskala des SSS-Fragebogens). Sie konnten zwar beobachten, dass hoch Enthemmte eine stärker ausgeprägte Dezeleration zeigten als niedrig Enthemmte, allerdings ließen sich kaum bedeutsame Korrelationen in der auditiven Modalität zwischen EP-Augmenting-Reducing-Verläufen und Herzratenverläufen erkennen (signifikante Korrelation zwischen Dezeleration auf den ersten Ton und Augmenting:  $r = .33$ ). In der visuellen Modalität konnten keinerlei signifikante Korrelationen beobachtet werden.

Summarisch betrachtet erscheinen die Ergebnisse größtenteils stimmig. Augmenter habituieren schneller auf laute Töne, sie zeigen einen habituell erhöhten Blutdruck (Davis et al., 1984) und unter Stimulation eine verlangsamte Herzfrequenz (Ackerman et al., 1984). Unter langweiligeren Bedingungen (wie etwa in der Ruhephase) erscheinen EP-Augmenter u. U. peripher-physiologisch reaktiver (Williams et al., 1975). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass sie sich in solchen stimulusarmen Situationen vermehrt durch selbststimulierende Gedanken beschäftigen, um ein höheres Erregungsniveau zu erlangen. Reducer hingegen sind eher schwache Nervensystemtypen. Sie scheinen unter Stimulation reaktiver und in der Testsituation angespannter bzw. nervöser zu sein. In Übereinstimmung damit berichten Birchall und Claridge (1979) von einer wahrscheinlicher werdenden Tendenz zentralnervös eine Schutzhemmung auszubilden, je höher das autonome Arousal ist. Diese Zusammenhänge lassen vermuten, dass eine Verbindung bestehen muß zwischen Augmenting-Reducing und den biologisch orientierten Persönlichkeitsdimensionen Extraversion, Sensation Seeking und Stärke des Nervensystems, da diese von ähnlichen Unterschieden in der Stimulus-Intensitäts-Modulation ausgehen. Im folgenden sollen zunächst diese drei Persönlichkeitsdimensionen kurz eingeführt werden und anschließend deren Zusammenhang mit Augmenting-Reducing dargestellt werden.

## **2. Verwandte biologisch fundierte Persönlichkeitsdimensionen**

Das hier vorgestellte Konstrukt Augmenting-Reducing wird in der Literatur zum Teil als eigenständiges Persönlichkeitsmerkmal betrachtet (Vando, 1974; Buchsbaum, 1976), zum anderen aber auch als ein zentralnervöses Korrelat populärerer biologisch orientierter Persönlich-



keitsdimensionen (von Knorring et al., 1978; Zuckerman, 1984; Zuckerman, 1990). Verbindungen sind besonders zu den Theorien der Introversion / Extraversion nach Eysenck (1967), zum Sensation Seeking nach Zuckerman (1979) sowie zu den Theorien der Stärke des Nervensystems nach Pawlow (1927), Nebylitsyn (1972) oder Strelau (1983) hergestellt worden. All diese Ansätze gehen von der Grundannahme aus, dass ein Teil der Persönlichkeit - der energetische Aspekt oder das sogenannte Temperament - biologisch verankert ist. Diese biologische Verankerung bestimmt um so mehr das Verhalten, je niedriger das Individuum auf der phylogenetischen oder ontogenetischen Entwicklungsstufe steht. Doch auch beim erwachsenen Menschen soll das Temperament nachwievor verhaltenswirksam sein. Leitend ist dabei die Idee eines optimalen zentralnervösen Arousal-Niveaus. Demnach funktionieren Individuen dann optimal, wenn sie ein mittleres Erregungsniveau aufweisen (Hebb, 1955; siehe Abbildung 1.4). Verschiedene inhärente oder von Außen auf das Individuum einwirkende Prozesse können jedoch zu einem verringerten oder erhöhten Erregungsniveau führen, was wiederum den Funktionsgrad des Individuums beeinflusst. Bei sehr geringer Erregung (z. B. Schlaf oder Müdigkeit) sowie bei sehr starker Erregung (z. B. Angst, Panik) ist ein effektives Funktionieren nicht mehr möglich.

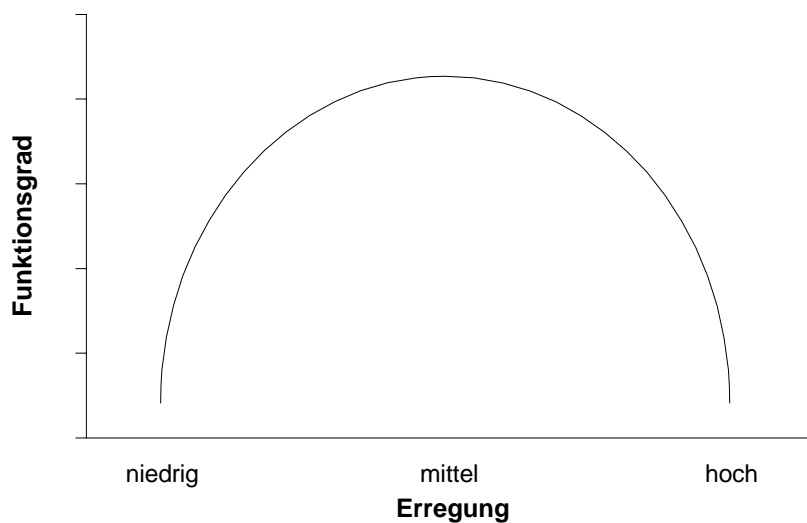


Abb. 1.4. Die Theorie des optimalen Arousal.

Interindividuelle Unterschiede treten dann hervor, wenn eine Sollwert-Verstellung des habituellen Erregungsniveaus vorliegt (Sales, 1971; Sales, Guydosh & Iacono, 1974). Arbeitet ein Organismus bzw. dessen Nervensystem habituell auf einem sehr niedrigen Erregungsniveau (wie z. B. der Extravertierte sensu Eysenck), so wird das Individuum versuchen, durch Aktivitäten oder Aufsuchen stimulierender Situationen seinen Erregungslevel in einen höheren (für alle Individuen optimalen) Bereich zu heben. Weist sein Nervensystem hingegen schon ein habituell sehr hohes Arousal auf (wie das z. B. bei Introvertierten der Fall sein soll), so wird das Individuum bestrebt sein dieses Niveau zu drosseln und übermäßige Stimulation zu vermeiden. Je nach habituellem Erregungsniveau zeigt das Individuum also unterschiedliches

kompensatorisches Verhalten. Es sucht quasi homöostatisch nach einem optimalen Maß an Stimulation. Hier werden die Parallelen zum Augmenting-Reducing Konzept sichtbar.

Im nun folgenden Abschnitt sollen die drei etablierten biologisch orientierten Temperamentsdimensionen Extraversion / Introversion, Sensation Seeking und Stärke des Nervensystems zunächst kurz dargestellt und anschließend deren Zusammenhang mit RAS- bzw. EP-Augmenting-Reducing erörtert werden.

## 2.1 Zur Diversivität der Methodik des Augmenting-Reducing Paradigmas

Zahlreiche Studien sind zum Zusammenhang zwischen EP-Augmenting-Reducing und Extraversion oder Sensation Seeking durchgeführt worden. Ein Hauptproblem bei der zusammenfassenden Darstellung dieser Arbeiten liegt jedoch in der fehlenden Standardisierung des Augmenting-Reducing Paradigmas. Jedes Experiment scheint andere Reize und andere Prozeduren zu verwenden, was eine abschließende Bewertung nahezu unmöglich erscheinen lässt. Beispielsweise gibt es in der Literatur keine Standardisierung bezüglich der maximalen Reizintensitäten. In Experimenten mit akustischen Reizen reichen diese je nach Studie von 80dB (Bruneau et al., 1984) bis 110dB (Orlebeke et al., 1989). In Studien, die mit visuellen Reizen arbeiten wird ein Vergleich noch schwieriger, da hier unterschiedlichen Leuchtstärkeeinheiten anzutreffen sind (Foot-candle, Foot-lambert, Joule, Lux). Um die Studien zumindest annähernd vergleichbar zu machen, sind in den folgenden beiden Tabellen die Leuchtstärkeeinheiten (nach Connolly & Gruzelier, 1986 und Zuckerman, 1990) auf Foot-Lamberts (f-lmb) transformiert worden. Dabei reichen die maximalen Intensitäten von 85,6 f-lmb (z. B. Stenberg et al., 1990) bis 422 f-lmb (Soskis & Shagass, 1974). Davon unberührt bleibt allerdings das Problem, dass unterschiedliche Studien die Leuchtstärkemessung an unterschiedlichen Orten vornehmen. So wird entweder direkt an der Reizquelle gemessen (z. B. Haier et al., 1984; Soskis & Shagass, 1974) oder in Entfernung des Probanden (z. B. Zuckerman et al., 1974). In nur wenigen Studien wurde auch direkt die auf die Retina auftreffende Lichtintensität mit Hilfe eines Maxvillian-View-Gerätes mit Beißbrett erfasst (Lukas, 1981, 1987). Das macht selbst die standardisierten Leuchtstärkeeinheiten kaum vergleichbar. Nicht standardisiert ist ferner die Prozedur. Hier existieren Studien nebeneinander, die entweder den Probanden auftragen, die Reize zu zählen (z. B. Lukas & Mullins, 1985; Stenberg et al., 1990), auf sie zu reagieren (Orlebeke et al., 1989) oder aber sie zu ignorieren (z. B. Blenner, 1993; Lolas et al., 1987). Wenig Einheitlichkeit besteht auch bzgl. der Reizdarbietung. Einige Autoren bieten auditive Reize per Kopfhörer dar (z. B. Hegerl et al., 1989; Hegerl et al., 1995), andere über Lautsprecher (z. B. Zuckerman et al., 1988; Bruneau et al., 1984). Dabei lassen manche Autoren ihre Versuchsteilnehmer während der Reizdarbietung die Augen schließen (Friedman & Meares, 1979; Lolas et al., 1989; Stenberg et al., 1988), andere instruieren ihre Probanden, die Augen geöffnet zu halten (z. B. Hegerl et al., 1989) oder einen Punkt zu fixieren (z. B. Orlebeke et al., 1989). Bei Experimenten mit visueller Reizung gibt es ebenso unterschiedliche Prozeduren: Entweder wird der Lichtreiz nur auf ein Auge projiziert (Lukas, 1981, 1987)

oder - wie in den meisten Studien - er trifft auf beide Augen. Auch bezüglich der verwendeten Interstimulusintervalle gibt es unterschiedliche Ansätze. Gewöhnlich werden ISIs im Bereich von 0,5 bis 2 Sekunden verwendet (z. B. Coursey et al., 1975; Friedman & Meares, 1979; Roger & Raine, 1984; Stenberg et al., 1990), vereinzelt wird jedoch auch mit Zeiten von 3 bis 7 Sekunden (Bruneau et al., 1984; Orlebeke et al., 1989) oder gar von 14 bis 20 Sekunden (Zuckerman et al., 1988) gearbeitet. Dies macht eine Vergleichbarkeit deshalb schwierig, da sich unterschiedliche Interstimulusintervalle unterschiedlich auf die Amplitudenhöhe der nachfolgenden Reize auswirken können (Buchsbaum & Pfefferbaum, 1971; Cohn, Dustman & Shearer, 1985; Mullins & Lukas, 1984; Picton, Woods, Baribeau-Braün & Healey, 1977), wengleich nicht völlig geklärt ist, inwieweit sich das auf die Kurvenverläufe (also Augmenting-Reducing) insgesamt auswirkt.

Trotz all dieser Schwierigkeiten in der Vergleichbarkeit, soll der Versuch unternommen werden, den gegenwärtigen Stand der Forschung auf diesem Gebiet kurz zu referieren. Dabei werden drei Arten von Studien anzutreffen sein:

1. Korrelationsstudien. Hier werden Daten aus Persönlichkeitsfragebögen und EP-Anordnungen korrelativ in Beziehung gesetzt.
2. Studien, die EP-Augmenting-Reducing als uV und Persönlichkeitsvariablen als aV ansehen. Hier werden die EP-Reaktionsverläufe in Extremgruppen eingeteilt und anschließend Persönlichkeitsfragebögen dargeboten.
3. Studien, die Extraversion bzw. Sensation Seeking als uV und EP-Augmenting-Reducing als aV ansehen. Hier werden Extremgruppen anhand der Persönlichkeitsfragebögen gebildet und anschließend die EP-Reaktionsverläufe bestimmt.

## 2.2 Extraversion, RAS und EP-Augmenting-Reducing

Die Dimension Extraversion / Introversion hat in der differentiellen Psychologie eine lange Tradition, die in besonderem Maße von Eysenck (1957, 1967) bis in die neuere Zeit weitergeführt wurde. Er legte eine umfassende, elaborierte Theorie der Extraversion / Introversion vor. Sein hierarchisch strukturiertes Persönlichkeitsmodell beschreibt auf der untersten Ebene spezifische Verhaltensweisen. Diese bilden auf einer höheren Stufe Gewohnheiten (habits) aus. Faßt man bestimmte Gewohnheiten wiederum zusammen, so gelangt man zu spezifischen Traits, die dann auf einem höheren Abstraktionsniveau bestimmte Typen ausbilden. Typen werden hier nicht verstanden als distinkte, qualitative Kategorien, sondern als quantitative Dimensionen, auf denen sich die Merkmalsträger normalverteilen. Auf dieser Ebene sind die drei Dimensionen Extraversion / Introversion, Neurotizismus und Psychotizismus zu finden. Jedes Individuum besitzt auf jeder dieser Dimensionen eine bestimmte Ausprägung.

Eysencks (1957) frühe Extraversionstheorie ging von einem Erregungs-Hemmungs-Mechanismus im Zentralnervensystem aus, der bei Extravertierten und Introvertierten unterschied-

lich arbeiten soll. Extravertierte sollten demnach ein Übergewicht an inhibitorischen Prozessen aufweisen, Introvertierte hingegen ein Übergewicht an exzitorischen Prozessen. Diese frühe Sichtweise wich später einem generellen Arousalbegriff, wonach nun Extravertierte ein herabgesetztes Arousal aufweisen sollten und Introvertierte ein gesteigertes (Eysenck, 1967). Als das neuroanatomisches Substrat dieses Arousal-Systems wurde das sogenannte *Aufsteigende Retikuläre Aktivierungssystem* (ARAS) angesehen, das im Hirnstamm lokalisiert ist. Aufgrund ihres verringerten Erregungsniveaus sollen Extravertierte nun die Verhaltensweisen zeigen, die für sie charakteristisch sind: sie sind gesellig (soziale Stimulation), suchen Anregung, agieren oft spontan, sind eher impulsiv, mögen Veränderungen und haben einen gewissen Bewegungsdrang. Introvertierte hingegen sind eher ruhig, zurückhaltend und introspektiv; sie verhalten sich eher kontrolliert und sind kaum impulsiv. Diese Verhaltensweisen werden von Eysenck mit einem erhöhten Erregungslevel seitens der Introvertierten erklärt.

### *Der Zusammenhang zwischen Extraversion und der RAS*

Wenn Extravertierte ein verringertes kortikales Erregungsniveau besitzen, wie von Eysenck (1981) postuliert, dann sollten sie auch stimulationshaltigere Situationen aufsuchen, um ihr Erregungsniveau anzuheben. Introvertierte sollten hingegen aufgrund ihres ohnehin schon erhöhten Erregungsniveaus reizärmere Situationen präferieren. Übereinstimmend damit konnte etwa Gale (1969) oder Geen (1984) beobachten, dass Extravertierte reizhungriger sind als Introvertierte, d. h. sie wählten öfter stimulierende Reize. Dornic und Ekehammar (1990) konnten zeigen, dass Extravertierte gegenüber Introvertierten eine geringere Lärmempfindlichkeit angaben. Bezogen auf hiesige Fragestellung bedeutet dies, dass Extravertierte Augmenter sein sollten (im Sinne der neuen Nomenklatur), Introvertierte dagegen Reducer. Tabelle 1.1 zeigt die gefundenen Zusammenhänge aus verschiedenen Studien.

Tab. 1.1. Korrelationen zwischen Extraversion und der Reducing-Augmenting-Skala.

<b>Autoren</b>	<b>N</b>	<b>Extrav.</b>
Davis & Cowles (1982; nach Davis et al. 1983)	-- ♂	.42 *
	-- ♀	.51 *
Roger & Raine (1984)	25	.34
Lolas, Camposano & Etcheberrigaray (1989)	34	.46 **
	17 ♂	.58 **
	17 ♀	.37
Kohn, Cowles & Lafreniere (1987)	53	.50 **
Kohn, Hunt, Cowles & Davis (1986)	76	.28 *
Vando (1974)	109	.65 **
Dragutinovich (1987b)	211	.45 **
Kohn (1987)	212	.59 **
Ferrando, Vigil, Tous & Lorenzo (1993)	1085	.54 **

\* p < .05  
\*\* p < .01







Der Theorie entsprechend, wird in der Literatur durchgängig von einem moderaten bis starken positiven Zusammenhang zwischen Extraversion und der RAS berichtet (Median  $r = .48$ ). Insbesondere bei den größeren Stichproben (ab 100 Vpn) läßt sich ein stabiler Zusammenhang der beiden Persönlichkeitsdimensionen beobachten. Demnach sind Extravertierte tatsächlich Augmenter, d. h. sie präferieren reizintensivere Situationen. Introvertierte hingegen geben eher an, solche Situationen zu meiden; ein Befund, den auch Davis et al. (1984) aufzeigen konnten und der mit der Extraversionstheorie von Eysenck übereinstimmt.








#### *Der Zusammenhang zwischen Extraversion und EP-Augmenting-Reducing*

Ein Zusammenhang zwischen EP-Augmenting-Reducing und Extraversion sollte sich nachweisen lassen, erlaubt doch die EP-Methode einen direkten Test der kortikalen Erregbarkeit. Wiederum sollten Introvertierte stärker erregbar sein als Extravertierte (Eysenck, 1981; Stelmack, 1977, 1985), allerdings nur bis zu einem Punkt hoher Intensität, an dem eine Transmarginale Hemmung einsetzt. Hier sollten sich die EP-Kurvenverläufe dann umkehren, d. h. Extravertierte sollten weiterhin steigende Amplituden aufweisen (d. h. Augmenter sein), wohingegen Introvertierte eine Amplitudenabnahme zeigen sollten (d. h. Reducer). Wann dieser Punkt Transmarginale Hemmung erreicht ist, läßt sich nicht explizit festlegen. Prescott et al. (1984) schlagen im auditiven System eine Intensität von mindestens 100dB vor. Bei visuellen Reizen fordert Zuckerman (1984), dass die höchste Intensität innerhalb ethisch vertretbarer Grenzen dargeboten werden sollte und sieht es als notwendig an, z. B. das Setting 16 auf dem Grass Photo-Stimulator zu verwenden (312 f-lmb).

Tabelle 1.2 faßt die Ergebnisse zusammen.

Tab. 1.2. Zusammenhänge zwischen Extraversion und EP-Augmenting-Reducing (die maximale visuelle Reizintensität ist in allen Studien auf Foot-Lambert ( $f-lmb$ ) transformiert worden (siehe Connolly & Gruzelier, 1986).

Autoren	Mod.	N	max. Reizintensität	P <sub>1</sub> -N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> -P <sub>2</sub>	Augenartefaktkontrolle
Friedman & Meares (1979)		29 ♂	70 dB (über Hörschwelle)	I Extr. = Intr.	I Extr. = Intr.	✗
Bruneau et al. (1984)		15 ♂, 17 ♀	80 dB	I -.40 * (Cz) -.49 ** (Fz)	I -.39 * (Cz) -.49 ** (Fz)	✓
Hegerl et al. (1992)		17 ♂, 16 ♀	88 dB	--	I .15 (Cz)	✓
Lolas et al. (1989)		17 ♂, 17 ♀	97 dB	I -.23 (Cz) -.58 * (♂) -.09 (♀)	I .13 (Cz) .39 (♂) -.09 (♀)	✓
Roger & Raine (1984)		18 ♂, 7 ♀	100 dB	I -.14	I -.07	✓
Stenberg et al. (1988)		8 ♂, 22 ♀	100 dB	I -.15 (Cz) -.13 (Fz)	I .12 (Cz) .00 (Fz)	✓

Stenberg et al. (1990)		10 ♂, 30 ♀	85,6 f-lmb (Vp)	I .16 (Cz) -.31* (Oz) A .04 (Cz) -.31* (Oz)	I .25 (Cz) A -.13 (Cz)	✓
Stenberg et al. (1988)		8 ♂, 22 ♀	85,6 f-lmb (Vp)	I .39* (Cz) .23 (Oz)	I .16 (Cz) .03 (Oz)	✓
Haier et al. (1984)		Aug. 1 ♂, 10 ♀ Red. 5 ♂, 5 ♀	320 f-lmb 102 f-lmb (Vp)	I Extr. < Intr.	--	✗
Zuckerman et al. (1974)		49 ♂	Grass 1, 2, 4, 8, 16 312 f-lmb	I .10 (Cz)	--	✗
Friedman & Meares (1979)		55 ♂	Grass 1, 2, 4, 8, 16 312 f-lmb	I Extr. = Intr.	I Extr. > Intr.	✗
Roger & Raine (1984)		18 ♂, 7 ♀	400 f-lmb	I .33	I .24	✓
Soskis & Shagass (1974)		13 ♂, 10 ♀	422 f-lmb	I .58* (Cz)	--	✓



= auditorisch

✓ = vorhanden

I = Ignore

\* p < .05



= visuell

✗ = nicht vorhanden oder keine genauen Angaben

A = Attend

\*\* p < .01

Bei den meisten hier angeführten Studien handelt es sich um Korrelationsstudien, d. h. die Versuchspersonen bearbeiteten vor oder nach der EP-Sitzung die entsprechenden Persönlichkeitsfragebögen. Anschließend wurden die beiden Daten korrelativ zueinander in Beziehung gesetzt. Dabei wurde die EP-Prozedur in der Mehrzahl aller Fälle unter „Ignore“-Bedingungen durchgeführt, d. h. die Probanden sollten die dargebotenen Reize lediglich passiv wahrnehmen.

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, sind die Ergebnisse uneinheitlich und reichen von deutlich positiven Zusammenhängen (Soskis & Shagass, 1974) bis hin zu hoch negativen Korrelationen (Bruneau et al., 1984). Dabei scheinen die Ergebnisse unabhängig zu sein von der applizierten Reizintensität. Hingegen differieren die Ergebnisse je nach untersuchter Komponente und Modalität. Besonders im *auditiven System* dominieren über alle Intensitäten hinweg negative Korrelationen von Extraversion mit der  $P_1-N_1$ -Komponente, d. h. Extravertierte zeigen einen weniger steilen Amplitudenanstieg; sind also eher Reducer. In der  $N_1-P_2$ -Komponente hingegen sind sowohl positive als auch negative Korrelationen zu finden, was keinen eindeutigen Rückschluß auf den zugrundeliegenden Zusammenhang erlaubt. Im *visuellen System* dagegen dominieren (eher schwache) positive Korrelationen sowohl mit der  $P_1-N_1$ -, als auch mit der  $N_1-P_2$ -Komponente. Hier scheinen Extravertierte eher Augmenter zu sein, was besonders bei Verwendung hoher Reizintensitäten der Fall zu sein scheint (Soskis & Shagass, 1974).

Eine Ausnahme von diesen korrelativen Herangehensweisen stellt die Studie von Haier et al. (1984) dar. In ihrem Experiment durchliefen zunächst 120 Probanden die EP-Prozedur. In einer zweiten Sitzung wurden die oberen und unteren 10% der Verteilung der Steigungskoeffizienten der ersten Sitzung einer erneuten Augmenting-Reducing Testung unterzogen. Nur wenn in dieser zweiten Testreihe die gleichen Kurvenverlaufsmuster gefunden werden konnten wie in der ersten, wurden diese Personen auch als Augmenter resp. Reducer klassifiziert. Diesen stabilen Augmentern bzw. Reducern wurden anschließend weitere Tests (u. a. auch Persönlichkeitstests) vorgegeben. Reducer waren in dieser Studie die Extravertierten. Ein zentraler Kritikpunkt dieser Studie besteht jedoch in der Vernachlässigung von Augenartefakten und der fehlenden Kontrolle des Geschlechts als moderierender Variable. So setzte sich die Augmenter-Gruppe fast ausschließlich aus weiblichen Probanden zusammen, die in dieser Stichprobe eher die Introvertierten gewesen sein könnten (zur Kritik siehe auch Zuckerman, 1984).

In der Studie von Friedman und Meares (1979) wurden Extravertierte und Introvertierte anhand eines Mediansplits untersucht. In der *auditiven* Modalität konnten die Autoren anhand der herkömmlichen Komponenten  $P_1-N_1$  oder  $N_1-P_2$  keine unterschiedlichen Amplitudenverläufe feststellen. In der eher untypischen  $P_2-N_2$ -Komponente zeigten Extravertierte jedoch einen steileren Amplitudenanstieg (d. h. stärkeres Augmenting) als Introvertierte. Ein ähnli-



ches Ergebnis war in der *visuellen* Modalität zu finden. Hier zeigten Extravertierte wiederum einen steileren Amplitudenanstieg, jedoch erst in der späteren Komponente  $N_1-P_2$ .

Zusammenfassend läßt sich sagen, dass die Ergebnisse über den Zusammenhang von Extraversion und EP-Augmenting-Reducing je nach Modalität und Komponente variieren, insgesamt gesehen aber relativ gering sind (siehe zusammenfassend auch Bartussek, 1984). Dabei spielt die Intensität der applizierten Stimuli offenbar keine entscheidende Rolle bei der Richtung der Korrelation.

### 2.3 Sensation Seeking, RAS und EP-Augmenting-Reducing

Eng verknüpft mit der Dimension Augmenting-Reducing ist das Sensation Seeking Konzept von Zuckerman (1979), das aus Studien zur sozialen Deprivation heraus entwickelt wurde (Zuckerman, 1969; zit. nach Zuckerman, 1979). Zuckerman versteht unter Sensation Seeking die Neigung einer Person, neue, komplexe und intensive Reize aufzusuchen und diese zu erkunden. Er geht davon aus, dass es interindividuelle Unterschiede im Bedürfnis nach Stimulation gibt, die notwendig sind, um sich wohlfühlen oder einen hedonischen Tonus aufrechtzuerhalten. Starke Reizsucher (Sensation Seeker) sollen eine habituell geringe Katecholaminaktivität (Serotonin, Noradrenalin) aufweisen, was sie dazu veranlasst, stimulierende Situationen aufzusuchen. Hieraus begründet sich ihr Hunger nach Stimulation. Sie scheinen - salopp formuliert - einen gewissen „Kick“ zu benötigen, um in einen optimalen Erregungsbereich zu gelangen, in dem sie sich wohl fühlen. Umgekehrt verhält es sich bei den Sensation Avoidern. Diese sollen höhere Katecholaminkonzentrationen aufweisen und deshalb stärker erregbar sein. Deshalb bevorzugen sie wenig intensive Reize. Um die Eigenschaft Sensation Seeking zu messen, entwickelte Zuckerman die Sensation Seeking Skala (SSS). Sie umfasst vier Bereiche:

- *Thrill and Adventure seeking (TAS)*: Das Erleben von Spannung und Abenteuer durch riskante, aufregende Tätigkeiten (z. B. durch riskante Sportarten).
- *Experience Seeking (ES)*: Die Tendenz, neue Erfahrungen machen zu wollen, die sich z. B. in einem nonkonformistischen Lebensstil ausdrückt.
- *Disinhibition (DIS)*: Die Tendenz, sich Stimulation durch soziale Aktivitäten und durch Enthemmung mit Hilfe sozialen Trinkens zu verschaffen.
- *Boredom Susceptibility (BS)*: Die Anfälligkeit gegenüber Langeweile, die sich in einer Abneigung gegenüber monotonen Situationen und durch Ruhelosigkeit in solchen Situationen ausdrückt.

#### *Der Zusammenhang zwischen Sensation Seeking und der RAS*

Sensation Seeker sollen aufgrund einer verringerten Verfügbarkeit von Noradrenalin und Serotonin eine geringere Erregbarkeit aufweisen und deshalb neue und reizintensivere Situationen aufsuchen. Sie sollten risikobereiter sein, gefährlichere Sportarten betreiben, vermehrt

psychoaktive Substanzen konsumieren und vielfältigere sexuelle Beziehungen aufnehmen als Sensation Avider (Zuckerman, 1994). Da die R-A-Skala Augmenter als Personen beschreibt, die reizintensivere Situationen aufsuchen, sollten Sensation Seeker Augmenter sein. Tabelle 1.3 faßt die Ergebnisse zusammen.

Tab. 1.3. Korrelationen zwischen Sensation Seeking (Gesamtskala und Subskalen) und der Reducing-Augmenting-Skala.

Autoren	N	SSS-Gen.	DIS	TAS	ES	BS
Kohn, Hunt & Hoffman (1982)	117 ♂	.60 **	.46 **	.20 *	.27 **	.19 *
	161 ♀	.62 **	.42 **	.23 **	.41 **	.26 **
Roger & Raine (1984)	25	.53 **	.31	.36	.28	.43 *
Kohn et al. (1986)	min. 267	.64 **	.49 **	.54 **	.50 **	.48 **
Dragutinovich (1987b)	211	.71 **	.59 **	.46 **	.38 **	.55 **
Blenner & Haier (1986)	44	.62 *	.34 *	.65 *	.49 *	.43 *
Kohn & Coulas (1985)	78	.54 **	.42 **	--	--	--
Goldman et al. (1983)	42	.59 **	.23	--	--	--

\* p < .05  
 \*\* p < .01

Wie in Tabelle 1.3 zu sehen ist, sind die Zusammenhänge zwischen RAS und SSS-Gesamtskala sowie SSS-Subskalen deutlich und alle in der erwarteten Richtung (Median:  $r = .61$ ): Sensation Seeker sind also eher Augmenter (siehe auch Davis et al., 1984). Dies ist auch in den Subskalen (besonders der TAS und DIS) zu beobachten. Auch sie korrelieren deutlich positiv mit der RAS. Ein solch deutlicher Zusammenhang ist nicht verwunderlich: Einige Items im Sensation Seeking Fragebogen sind auch in der RAS - manchmal in etwas abgewandelter Form - zu finden. Ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Instrumenten besteht jedoch im Fehlen auditiver Items in den Sensation Seeking Skalen. Solche Items sind in der RAS hingegen recht häufig.













#### Der Zusammenhang zwischen Sensation Seeking und EP-Augmenting-Reducing











Sensation Seeker haben aufgrund einer verringerten Katecholaminaktivität einen „Hunger“ nach Stimulation. Um ein höheres Erregungsniveau zu erlangen, benötigen sie stärkere und neuartige Stimulation. Deshalb sollte ihr Nervensystem auch intensive Reize gut verarbeiten können, d. h. ohne Einsetzen einer Transmarginalen Hemmung arbeiten. Sensation Seeker sollten also Augmenter sein. Für Sensation Avider wird eine stärkere Erregbarkeit postuliert. Schon relativ schwache Reize rufen bei ihnen eine stärkere Aktivierung hervor. Dementsprechend ist bei ihnen die Toleranz für intensivere Reize herabgesetzt; sie reagieren mit einer zentralnervösen Schutzhemmung. Ein Zusammenhang in dieser Richtung wird ferner erwartet aufgrund der unter Abschnitt 1.3 (Seite 15 f.) angeführten Studien zur neurochemischen Modulation von EP-Verläufen. Dort konnte gezeigt werden, dass Serotonin für Reducing-Ver-

läufe verantwortlich sein könnte. Da Sensation Seeker jedoch einen Mangel an Serotonin aufweisen sollen, sollten sie Augmenter sein.


Im folgenden soll tabellarisch ein Überblick gegeben werden über bisher erschienene Studien, die Sensation Seeking oder Subskalen dieses Konstrukts mit EP-Augmenting-Reducing in Zusammenhang bringen. Dabei wurde eine Transformation der maximalen Intensität der visuellen Reize - wie bereits im Abschnitt zur Extraversion dargelegt - in Foot-Lamberts (f-lmb) vorgenommen. Weitere Probleme, die auch hier aktuell sind, wurden bereits zu Beginn dieses Abschnitts besprochen (z. B. Intensitätsmessung, ISIs, Ableitung an sensorischen Systemen). Einen relativ aktuellen Überblick über die Studien auf dem Gebiet Sensation Seeking - Augmenting-Reducing geben auch Zuckerman (1990) oder Carillo-de-la-Peña (1992).

Tab. 1.4. Zusammenhänge zwischen Sensation Seeking (oder Subskalen dieses Konstrukts) mit EP-Augmenting-Reducing.

Autoren	Mod.	N	max. Reizintensität	P <sub>1</sub> -N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> -P <sub>2</sub>	Augenkontr.
Coursey et al. (1975)		26 ♂, 10 ♀	80dB	I High > Low (Gen)	--	✗
Lukas & Mullins (1983)		20	85dB	n.s.	n.s.	✓
Hegerl et al. (1989)		33	88dB	--	I High > Low SSS; im 2. Testlauf niedrigerer Slope bei High SSS	✓
Zuckerman et al. (1988)		54 ♂	95dB	I High Dis > Low Dis bei kurzem ISI	--	✗
Lukas & Mullins (1985)		19	90dB, wR	I n.s. A High > Low SSS	--	✓
Mullins & Lukas (1984)		20	90dB, wR	I n.s. A High > Low Dis	--	✓
Brocke et al. (1999)		13 ♂, 17 ♀	100dB / 90dB	--	I .35 * (C3) TAS .36 * (C3) TAS / Median- Slope	✓
Roger & Raine (1984)		18 ♂, 7 ♀	100dB	I -.27 (Dis)	I -.45 * (Dis)	✓
Stenberg et al. (1988)		8 ♂, 22 ♀	100dB	I -.10 (Cz) .01 (Fz) Dis	I .00 (Cz) .22 (Fz)	✓
Orlebeke et al. (1989)		12 ♂, 12 ♀	110dB	--	I / A High Dis > Low Dis (Fz, Cz, Pz); P <sub>2</sub>	✓
Stenberg et al. (1988)		8 ♂, 22 ♀	85,6 f-lmb (Vp)	I .36 * (Cz) .26 (Oz) Dis	I .10 (Cz) .09 (Oz)	✓
Stenberg et al. (1990)		10 ♂, 30 ♀	85,6 f-lmb (Vp)	I .11 (Cz) -.36 * (Oz) Dis A -.03 (Cz) -.29 (Oz) Dis	I .15 (Cz) A .05 (Cz)	✓

Blenner & Haier (1986)		44	Grass 1, 2, 4, 8 102 f-lmb / 320 f-lmb	I n.s.	--	✓
Blenner (1993)		49 ♂, 10 ♀ +59 Kontr.	Grass 1, 2, 4, 8 102 f-lmb 320 f-lmb	I .29 * (Dis)	Thrill Seeker niedrigere N <sub>1</sub> -P <sub>2</sub> als Kontrollen	✓
Coursey et al. (1975)		26 ♂, 10 ♀	Grass 1, 2, 4, 8 240 f-lmb	High = Low (Gen) I .34 * (P <sub>1</sub> ) .25 (N <sub>1</sub> ) .35 * (P <sub>2</sub> )	--	✗
Haier et al. (1984)		Aug. 1 ♂, 10 ♀ Red. 5 ♂, 5 ♀	Grass 1, 2, 4, 8 102 f-lmb (Vp) 320 f-lmb	I Low > High SSS	--	✗
Zuckerman et al. (1974)		49 ♂	Grass 1, 2, 4, 8, 16 312 f-lmb / 267 lum (Vp)	I .59 ** (Cz) Dis	--	✗
Zuckerman et al. (1988)		54 ♂	Grass 1, 2, 4, 8, 16 312 f-lmb	I High Dis > Low Dis bei langem ISI	--	✗
Lukas (1981)		16	spez. Filter	A .41 * (Cz) Dis	--	✓
Lukas (1987)		9 ♂, 13 ♀	spez. Filter	A .50 * (Cz) -.01 (Oz) Gen	--	✓
von Knorring (1980)			0,6J > Zuckerman	--	I High Dis > Low Dis (Oz)	✗
Roger & Raine (1984)		18 ♂, 7 ♀	400 f-lmb	I -.12 (Dis)	I .12 (Dis)	✓

 = auditorisch

 = visuell

✓ = vorhanden

✗ = nicht vorhanden oder keine genauen Angaben

I = Ignore

A = Attend

\* p < .05

\*\* p < .01

Elf Studien untersuchten Sensation Seeking und EP-Augmenting-Reducing in der auditiven Modalität und zwölf Studien in der visuellen Modalität. Wie der Tabelle 1.4 zu entnehmen ist, sind die Ergebnisse über alle Modalitäten und Komponenten hinweg betrachtet relativ homogen.

In der *auditiven Modalität* sprechen neun von insgesamt zwölf Studien für einen positiven Zusammenhang zwischen Sensation Seeking und Augmenting (Brocke et al., 1999; Coursey et al., 1975; Hegerl et al., 1995; Hegerl et al., 1989; Juckel et al., 1995; Lukas & Mullins, 1985; Mullins & Lukas, 1984; Orlebeke et al., 1989; Zuckerman et al., 1988), zwei Studien konnten keinen signifikanten Zusammenhang beobachten (Lukas & Mullins, 1983; Stenberg et al., 1988) und eine Studie einen negativen (Roger & Raine, 1984). Sensation Seeker sind also eher Augmenter und das über den gesamten Intensitätsbereich. Positive Korrelationen traten jedoch nicht unter allen Bedingungen gleichermaßen auf. Es scheint vielmehr so zu sein, dass auf die Reize gerichtete Aufmerksamkeit (Lukas & Mullins, 1985; Mullins & Lukas, 1984) oder kurze Interstimulusintervalle (Zuckerman et al., 1988) positive Zusammenhänge begünstigen. Allerdings sind zwei Experimente, die einen positiven Zusammenhang beobachten konnten nur unter Vorbehalt zu interpretieren, da in diesen der Einfluß von Augenbewegungen nicht kontrolliert worden ist (Coursey et al., 1975; Zuckerman et al., 1988). Auch in der Studie von Orlebeke et al. (1989) sind Augenbewegungen nicht vollständig kontrolliert worden („A trial was not skipped, however, when there were eye blinks in the EOG-signal between 0 and 160 ms after stimulus onset. Eye blinks appeared very frequent during this interval, probably due to a blink reflex to auditory stimuli.“ (p. 447)). Es ist allerdings davon auszugehen, dass Trials mit Augenbewegungen nach 160 ms von der Analyse ausgeschlossen wurden.

In der *visuellen Modalität* scheinen die Zusammenhänge ähnlich zu sein wie in der auditiven Modalität (zumindest wenn auf Cz gemessen wird). Von den zwölf Experimenten sprechen sieben mit unterschiedlichen Reizintensitäten für einen positiven Zusammenhang, d. h. Sensation Seeker sind eher Augmenter (Blenner, 1993; Lukas, 1981, 1987; Stenberg et al., 1988; von Knorring, 1980; Zuckerman et al., 1974; Zuckerman et al., 1988). Von diesen sieben Studien weisen drei Studien auch hier methodische Mängel auf und zwar dahingehend, dass sie Augenbewegungen nicht hinreichend berücksichtigten (von Knorring, 1980; Zuckerman et al., 1974; Zuckerman et al., 1988). Ein weiteres Problem an den Studien von Zuckerman und Kollegen ist darüberhinaus, dass sie die Altersverteilung in den Gruppen der hoch- bzw. niedrig-Disinhibierten nicht anführen. Da jedoch davon auszugehen ist, dass EP-Augmenting-Reducing mit dem Alter variiert (siehe Abschnitt 1.3; Seite 23), könnten die EP-Verläufe mehr vom Alter als von der Persönlichkeit beeinflusst worden sein (zur Problematik des Faktors „Alter“ in Augmenting-Reducing-Anordnungen siehe auch Kramer et al., 1996). Buchsbaum et al. (1974) oder Hegerl et al. (1994) berichten z. B. von einer Zunahme von Reducing-Verläufen mit zunehmendem Alter. Da auch Zuckerman (1994) von einer Abnahme der Ausprä-

gung in Sensation Seeking mit zunehmendem Alter ausgeht, könnten die Reducing-Verläufe von niedrig-Disinhibierten auf das höhere Alter in dieser Gruppe zurückzuführen sein. Zumindest in der Arbeit von 1974 ist der Altersrange der Probanden mit 17 bis 35 Jahren recht hoch, so dass dieser Einwand gerechtfertigt erscheint. Vier Studien konnten keinen deutlichen Zusammenhang beobachten (Blenner & Haier, 1986; Coursey et al., 1975; Roger & Raine, 1984; Stenberg et al., 1990) und eine Studie konnte einen Zusammenhang entgegen der erwarteten Richtung feststellen (Haier et al., 1984; zur Kritik dieser Studie siehe weiter unten).

Besonders interessant sind von den eben angeführten Studien vor allem jene, die Extremgruppen-einteilungen in Augmenting-Reducing oder Sensation Seeking vorgenommen haben. Vier Studien teilten ihre Versuchspersonen vor der EP-Messung nach hoher oder niedriger Ausprägung in Sensation Seeking (bzw. Disinhibition oder Thrill Seeking) ein. Davon konnten alle vier Studien einen in der erwarteten Richtung liegenden Zusammenhang zwischen Augmenting-Reducing ( $P_1-N_1$  oder  $P_2$ ) und Sensation Seeking finden: Augmenter sind eher Sensation Seeker (Blenner, 1993; Orlebeke et al., 1989; Zuckerman et al., 1988 (visuelle und auditive Modalität)). Allerdings gilt es zu beachten, dass eine vollständige EOG-Kontrolle nur in der Studie von Blenner (1993) durchgeführt wurde und der Einfluß des Alters auf die EP-Verläufe in den Studien von Zuckerman et al. (1988) nicht kontrolliert wurde. Blenner (1993) konnte zudem beobachten, dass Thrill Seeker (ausgewählt anhand der Ausübung von Extremsportarten) niedriger verlaufende  $N_1-P_2$ -Amplituden aufwiesen als Kontrollpersonen, was in deutlichem Widerspruch zu den anderen Ergebnissen steht. Blenner und Haier (1986) und Haier et al. (1984) gingen den umgekehrten Weg. Sie selegierten extreme Augmenter bzw. Reducer anhand der EP-Kurvenverläufe. In der Studie von Haier et al. (1984) waren Reducer eher Sensation Seeker. Dieses überraschende Ergebnis läßt sich durch die bereits im Abschnitt zur Extraversion angesprochene Geschlechtskonfundierung erklären. Die Gruppe der Augmenter in dieser Studie bestand fast ausschließlich aus weiblichen Probanden. Nach Zuckerman (1994) weisen weibliche Probanden jedoch auch niedrigere Werte im Sensation Seeking Fragebogen auf. Daher könnte das Ergebnis von Haier et al. (1984) ein Geschlechtsartefakt darstellen. Blenner und Haier (1986) selegierten hingegen nur männliche Probanden anhand des EP (extreme Augmenter und Extreme Reducer), konnten jedoch keinerlei Zusammenhang mit Sensation Seeking beobachten.

Zusammenfassend spricht die Mehrzahl der hier dargestellten Studien für einen positiven Zusammenhang zwischen Sensation Seeking und Augmenting-Reducing. Besonders jene Untersuchungen, die Sensation Seeker oder Sensation Avoider a priori eingeteilt hatten kamen zu dem Ergebnis, dass Sensation Seeker (oder Disinhibitors) Augmenter sind. Für einen solchen Zusammenhang sprechen auch die Ergebnisse von Barrat, Pritchard, Faulk und Brandt (1987) und von Carillo-de-la-Peña und Barratt (1993), die einen positiven Zusammenhang zwischen Impulsivität (einem Konstrukt, das Zusammenhänge zu Sensation Seeking aufweist; Zuckerman, 1994) und Augmenting-Reducing ( $N_1$ -Komponente) feststellen konnten.

Wenn hingegen a priori eingeteilte EP-Augmenter oder EP-Reducer hinsichtlich ihrer Ausprägung in Sensation Seeking untersucht werden, sind die Ergebnisse weniger eindeutig. Dies liegt - wie bereits angeführt - an methodischen Unzulänglichkeiten und evtl. auch an den verwendeten Komponenten. In den Studien von Haier et al. (1984) oder Blenner und Haier (1986) wurde die Extremgruppeneinteilung nur nach der  $P_1-N_1$ -Komponente vorgenommen. Wie jedoch aus Tabelle 1.5 zu ersehen ist, treten die Zusammenhänge zwischen Sensation Seeking und Augmenting-Reducing nicht ausschließlich in der  $P_1-N_1$ -Komponente auf, sondern auch in anderen Komponenten wie z. B.  $N_1-P_2$  oder  $P_2$ . Bislang liegen jedoch keine Studien vor, die extreme Augmenter oder extreme Reducer der selben Stichprobe hinsichtlich verschiedener Komponenten eingeteilt und mit Persönlichkeitsmerkmalen auf Q-Datenebene verglichen haben.

Einschränkend muß an allen bisher besprochenen Untersuchungen jedoch festgehalten werden, dass die Zusammenhänge abhängig zu sein scheinen von der untersuchten Lokalisation (in manchen Studien ist Cz die diskriminierende Lokalisation, in anderen Oz) und den verwendeten Komponenten ( $P_1-N_1$ ,  $N_1$ ,  $P_2$ ,  $N_1-P_2$ ). Dies birgt jedoch die Gefahr einer gewissen Beliebigkeit in sich und zwar dahingehend, dass jeder Forscher die Komponente oder Lokalisation auswählt, die eben signifikante Zusammenhänge hervorgebracht hat. Daß unterschiedliche Komponenten jedoch auch unterschiedliche neurophysiologische Prozesse widerspiegeln können, problematisieren z. B. Prescott et al. (1984). Von daher ist es nicht auszuschließen, dass Augmenting-Reducing in unterschiedlichen Komponenten, aber auch auf unterschiedlichen Lokalisationen (Buchsbaum & Pfefferbaum, 1971; Connolly & Gruzelier, 1982) nicht vergleichbar ist. Dennoch resümiert Zuckerman (1990): "In summary, the relationship between sensation seeking and augmenting cannot be generalized across all stimulus and set conditions, and the precise parameters of their relationship have not been definitely established. Still, 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. Conversely, low sensation seeking is related to either reducing or insensitivity to the stimulus intensity dimension." (p. 336).

## 2.4 „Stärke des Nervensystems“, RAS und EP-Augmenting-Reducing

Pawlow (1927) gelangte - basierend auf seinen Studien an Hunden - zu einer Temperamentsklassifikation, die sich eng an die vier Temperamentstypen von Hippokrates anlehnt. Ausschlaggebend für seine Einteilung sind drei Grundeigenschaften des Nervensystems:

### 1. Die Stärke des Nervensystems (NS)

Hierunter läßt sich die Stärke der Exzitation und die Stärke der Inhibition subsummieren, wobei ersterer die größere Wichtigkeit in Pawlows Typologie zukommt (Strelau, 1983). Die Stärke der Exzitation spiegelt die funktionale Kapazität der Nervenzellen wider. Darunter versteht Pawlow die Fähigkeit der Zellen, langdauernde, heftige oder sich ständig wiederholende



Stimulation ohne Eintreten einer protektiven Hemmung zu ertragen. Je größer die Stärke der Exzitation ist, desto längere und stärkere Stimulation kann es ertragen. Individuen mit einem schwachen Nervensystem reagieren auf diese Art Stimulation hingegen mit der Ausbildung einer transmarginalen Hemmung. Die Stärke der Inhibition kennzeichnet die Fähigkeit, konditionierte Hemmungen aufzubauen.

### 2. Die Balance des NS

Hierunter versteht Pawlow die Balance zwischen exzitatorischen und inhibitorischen Prozessen im Nervensystem. Ein ausgeglichenes NS verfügt über eine ähnlich starke Ausprägung beider Prozesse.

### 3. Die Mobilität des NS

Die Mobilität eines NS kennzeichnet die Schnelligkeit, mit der ein Organismus zwischen inhibitorischen und exzitatorischen Prozessen hin- und herschalten kann. Auf Verhaltensebene manifestiert sich Mobilität in einer flexiblen Anpassung an unterschiedliche stimulationshaltige Situationen.

Je nach Konfiguration der NS-Eigenschaften kristallisieren sich unterschiedliche „Persönlichkeiten“ heraus: Der *Melancholiker* besitzt ein schwaches NS, der *Choleriker* ein starkes, unbalanciertes NS, der *Sanguiniker* ein starkes, balanciertes und mobiles NS und der *Phlegmatiker* schließlich ein starkes, balanciertes und langsames NS.

Eine Weiterentwicklung erfuhr Pawlows Theorie durch Nebylitsyn (1972) und Teplov (1961; zitiert nach Strelau, 1983). Sie postulierten die Wichtigkeit der Meßbarkeit der Eigenschaften des NS und führten zudem die Begriffe der Sensitivität und Dynamik des NS ein. Die Sensitivität kennzeichnet den Gegenpol zur funktionalen Kapazität. Demnach besitzt eine Person mit einem schwachen NS eine erhöhte Sensitivität, d. h. sie reagiert schon bei verhältnismäßig schwacher Stimulation stärker. Dynamik bezeichnet die Leichtigkeit und Geschwindigkeit der Herausbildung einer konditionierten Reaktion.

Strelau (1983) war der erste, der die Theorie Pawlows und seiner Schüler losgelöst von den Laboratorien zu untersuchen versuchte. Er entwickelte einen Fragebogen, den STI (Strelau Temperament Inventory), der die wesentlichen Eigenschaften des NS auf einfache Weise meßbar machen sollte. Sein Fragebogen setzt sich aus folgenden Skalen zusammen:

- *Stärke der Exzitation (SE)*

Diese Skala mißt die Stärke des Nervensystems im engeren Sinne. Hierzu gehören eine verringerte Sensitivität gegenüber Stimulation, und die Fähigkeit effizient und ausdauernd zu arbeiten, auch unter schwierigen und ablenkenden Bedingungen (Kapazität des NS). Die Stärke der Exzitation ist auf experimenteller Ebene quantifizierbar mit Hilfe des sogenannten Reizverarbeitungskoeffizienten (RVQ). Dieser setzt die Reizintensität ins Verhältnis zur Reaktionsstärke. Reagiert ein Individuum stark auf einen verhältnismäßig schwachen Reiz, so besitzt sie einen hohen RVK.

- *Stärke der Inhibition (SI)*

Diese Skala kennzeichnet die Fähigkeit, Handlungen zu unterbrechen oder zu verzögern und Zurückhaltung auf emotionaler, verbaler und motorischer Ebene üben zu können.

- *Mobilität (MO)*

Unter Mobilität faßt Strelau Items zusammen, die die Fähigkeit beschreiben, schnell und adäquat, d. h. flexibel auf Änderungen in der Umwelt reagieren zu können.

### *Der Zusammenhang zwischen der Stärke des Nervensystems und der RAS*

Der Zusammenhang zwischen Augmenting-Reducing und dem Konzept der Stärke des Nervensystems ist von Sales und Throop (1972) oder auch von Barnes (1976) spezifiziert worden. Aufgrund der aufkommenden Kritik am KFA-Test schlugen Sales und Throop (1972) einen 3-Item-Index der Stärke des Nervensystems als alternatives Meßinstrument für das Konstrukt Augmenting-Reducing vor. Dieser Index setzt sich zusammen aus typischen experimentellen Anordnungen zur Messung der Stärke des Nervensystems (siehe hierzu z. B. Nebylitsyn, 1972): a) einem Reaktionszeitparadigma mit unterschiedlich intensiven Reizen, b) der Bestimmung der absoluten Hörschwelle und c) einer akustischen Reizintensitätseinschätzung. KFA-Reducing korrelierte signifikant positiv mit dem Index der Stärke des Nervensystems zu  $r = .52$ . Die Autoren folgern daraus, den Index der Stärke des Nervensystems als äquivalent zu Augmenting-Reducing anzusehen. Entsprechende Zusammenhänge zwischen diesen beiden Dimensionen sollten auch auf psychometrischer Ebene beobachtbar sein. RAS-Augmenter sollten eher ein starkes, RAS-Reducer hingegen ein schwaches Nervensystem (gemessen über die SE-Skala des STI) besitzen. Lediglich drei Studien haben diesen Zusammenhang untersucht. Tabelle 1.5 faßt die Ergebnisse zusammen.

Tab. 1.5. Korrelationen zwischen STI-SE und der RAS.

Autoren	N	STI-SE
Kohn et al. (1987)	53	.48 **
Dragutinovich (1987b)	211	.32 **
Kohn (1987)	212	.29 **

\*  $p < .05$

\*\*  $p < .01$

Beide Dimensionen korrelieren deutlich positiv (Median:  $r = .32$ ). Dies spricht für einen moderaten positiven Zusammenhang der beiden Persönlichkeitskonstrukte. Augmenter nach der RAS scheinen eher ein starkes Nervensystem (gemessen anhand des STI) zu besitzen, Reducer eher ein schwaches. Dies steht in Übereinstimmung mit der Arbeit von Sales und Throop (1972) und unterstreicht die konzeptuelle Überschneidung der beiden Persönlichkeitsdimensionen.

Die referierten Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen der RAS und anderen biologisch orientierten Temperamentsdimensionen ergeben somit ein stimmiges Bild: Zusammenfassend könnte man sagen, dass nach der RAS klassifizierte Augmenter

- eher extravertiert sind,
- gerne intensive und neue Reize aufsuchen und
- ein starkes Nervensystem besitzen.

### *Der Zusammenhang zwischen der Stärke des Nervensystems und EP-Augmenting-Reducing*

Von zahlreichen Autoren ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen EP-Augmenting-Reducing und der Stärke des Nervensystems postuliert worden (z. B. Buchsbaum, 1976; Davis et al., 1984; Dragutinovich, 1987b; Goldman et al., 1983; von Knorring, 1978; Zuckerman, 1990). Beide Konzepte sind ineinander überführbar. So soll die EP-Methode die funktionale Kapazität des Nervensystems widerspiegeln, d. h. bei Personen, deren NS auch bei starker Belastung noch effektiv arbeitet (hohe Kapazität), sollte mit steigender Reizintensität ein Augmenting-Muster, d. h. weiterhin ansteigende Reaktionsamplituden zu beobachten sein. Bei Personen mit geringer funktionaler Kapazität (charakteristisch für ein schwaches NS), sollte sich hingegen bei höheren Reizintensitäten eine Transmarginale Inhibition ausbilden. Eine solche Inhibition soll ihre Entsprechung in einem Reducing-Muster finden. Das Konzept der Stärke des NS wird hier als Erklärung unterschiedlicher Amplitudenverläufe herangezogen. Bisher existieren jedoch keinerlei Studien, die Augmenting-Reducing, gemessen nach der EP-Methode und das psychometrisch gemessene Konzept der Stärke des Nervensystems zueinander in Beziehung setzen (Strelau, 1987). Nebylitsyn (1972) zeigt EEG-Reaktionsverläufe von Personen mit einem starken Nervensystem und solchen mit einem schwachen Nervensystem auf Lichtreize von 25 bis 1000 Lux. Allerdings verwendete er nicht die EP-Methode zur Operationalisierung zentralnervöser Reaktionsverläufe, sondern die in Osteuropa üblichere Photic Driving-Methode. Dabei wird ein optischer Reiz mit der Frequenz des Alpha- (8 - 13Hz), Beta- (14 - 30Hz) oder Theta-Bandes (4 - 7Hz) für etwa 10 Sekunden dargeboten und die EEG-Reaktionen im jeweiligen Frequenzband werden integriert. Dieses Maß wird ins Verhältnis gesetzt zu einem kontinuierlichen Lichtreiz gleicher Dauer. Der daraus resultierende Energie-Index wird über verschiedene Intensitäten gebildet und ermöglicht somit Aussagen über die zentralnervöse Reaktivität auf Stimulation. Nach Nebylitsyn (1972) soll ein deutlicher Zusammenhang bestehen zwischen der Photic-Driving-Reaktionskurve und der Stärke des Nervensystems ( $r = .72$ ). Typen mit einem schwachen Nervensystem sollen schon bei geringeren Intensitäten stärker reagieren (aufgrund erhöhter Sensitivität) und besonders bei höheren Reizintensitäten einen stärkeren Anstieg ihrer Reaktionen aufweisen. Dabei ist es auch möglich, dass manche Individuen bei den höchsten Intensitäten einen Reaktivitätsrückgang zeigen, aufgrund einer einsetzenden TMI. Typen mit einem starken Nervensystem sollen

hingegen generell schwächer reagieren (Nebylitsyn, 1972a). Abbildung 1.5 verdeutlicht die unterschiedlichen Reaktionsverläufe.

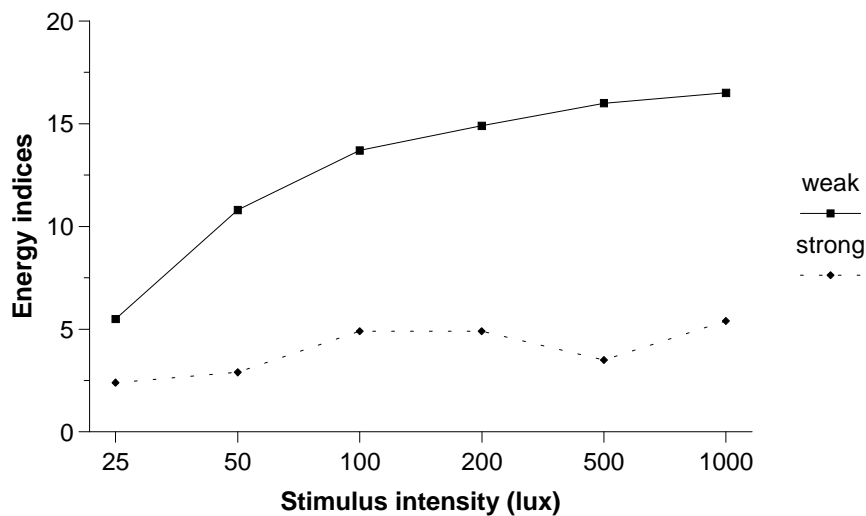


Abb. 1.5. Beziehung zwischen der Photic-Driving-Reaktion und der Stimulus-Intensität für Probanden mit starkem (strong) oder schwachem (weak) Nervensystem (übernommen aus Nebylitsyn, 1972).

Wie auf der Abbildung zu erkennen ist, zeigen Individuen mit einem schwachen Nervensystem eine stärkere Reaktivität. Das Gegenteil ist bei Typen mit einem starken Nervensystem zu beobachten. Ihre Reaktivität bleibt über alle Intensitäten vergleichsweise niedrig. Bislang fehlen jedoch Studien, die EP-Augmenting-Reducing und das Konzept Stärke des Nervensystems zueinander in Beziehung setzen.

## 2.5 Zusammenfassung

Der Zusammenhang zwischen EP-Augmenting-Reducing und anderen biologisch orientierten Temperamentsdimensionen ist weit weniger eindeutig als in Fragebogenstudien unter Verwendung der R-A-Skala nach Vando. Dabei liegt das Hauptproblem in der fehlenden Standardisierung der EP-Anordnungen. Studien zur *Extraversion* bringen je nach Modalität (auditorisch oder visuell) unterschiedliche und eher niedrige Korrelationen hervor, so dass keine eindeutige Schlußfolgerung gezogen werden kann. Etwas positiver fällt das Fazit bei den Studien zum *Sensation Seeking* aus. Hier deutet die Mehrzahl aller Studien auf einen positiven Zusammenhang zwischen Sensation Seeking und Augmenting hin. Allerdings sind die Ergebnisse längst nicht so robust wie bei den Arbeiten zum RAS-Augmenting-Reducing. Zudem ist eine Vergleichbarkeit der Studien nur bedingt gegeben; zu unterschiedlich sind hier die Prozeduren, Parametrisierungen und Reizintensitäten. Arbeiten über Gemeinsamkeiten zwischen EP-Augmenting-Reducing und dem Konzept der *Stärke des Nervensystems* liegen praktisch nicht vor. Lediglich Experimente zur Photic-Driving-Reaktion lassen einen Zusam-

menhang dahingehend vermuten, dass Personen mit einem starken Nervensystem eine verringerte Reaktivität zeigen und daher Reducer sein sollten.

Summarisch betrachtet sind die Ergebnisse zum EP-Augmenting-Reducing Paradigma enttäuschend. Obwohl diese Methode sehr häufig angewendet wurde, ist letztlich nicht geklärt, was sie definitiv mißt. Hier müssen einheitliche Herangehensweisen gefordert werden. Bevor dies jedoch erfolgen kann, müssten Augmenting-Reducing-Verläufe in unterschiedlichen Modalitäten, mit unterschiedlichen Reizintensitäten, unterschiedlichen Interstimulusintervallen und unterschiedlichen Parametrisierungen miteinander verglichen werden und auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht werden.

### **3. Ableitung der Fragestellung des Experiments 1**

Die etabliertesten Instrumente zur Messung von Augmenting-Reducing sind die R-A-Skala oder die EP-Methode. RAS-Augmenter (nach neuer Definition; siehe Abschnitt 1.5, Seite 31) sind schmerztolerant, sie konsumieren vermehrt psychoaktive Substanzen, schlafen weniger pro Nacht, sind extravertiert, Sensation Seeker und Typen mit einem starken Nervensystem. EP-Augmenting wiederum scheint die Eigenschaft des Nervensystems zu messen, langandauernde Stimulation ohne Einsetzen einer Transmarginalen Hemmung zu ertragen. EP-Augmenter sind also Personen, die selbst unter hohen Reizintensitäten noch eine ansteigende Reaktivität aufweisen. Sie suchen reizintensive Situationen auf, weil sie nur dann optimal funktionieren. Sie sind eher Sensation Seeker, besitzen ein starkes Nervensystem und arbeiten selbst unter starker Belastung noch effektiv (Lukas & Mullins, 1985). EP-Reducer hingegen scheinen bei intensiven Reizen eine Schutzhemmung auszubilden und präferieren daher eher reizarme Situationen. Übereinstimmend damit sind RAS-Reducer schmerzintolerant, eher introvertiert und bevorzugen Situationen mit geringerer Stimulation. Beide Methoden (die RAS und die EP-Methode) weisen gute Konstruktvaliditäten auf. Ziel dieser Untersuchungsreihe war es zu prüfen, ob sich ein Zusammenhang herstellen läßt zwischen per Q-Daten erhobenem Augmenting-Reducing und Indizes psychophysiologischer Reaktivität. Bisherige Untersuchungen konnten einen solchen Zusammenhang trotz theoretischer Vergleichbarkeit nicht zuverlässig nachweisen (siehe Abschnitt 1.4, Seite 24 ff.). Der Grund dafür dürfte sicher in besonderem Maße an methodischen Unzulänglichkeiten der bisher durchgeführten Untersuchungen liegen. Hier erwies sich besonders die EP-Methode als problematisch, da es in deren Durchführung kein Standardparadigma gibt. Arbeiten zum EP-Augmenting-Reducing aus unterschiedlichen Laboratorien sind deshalb nicht unmittelbar vergleichbar. So werden unterschiedliche Modalitäten, unterschiedliche Reizintensitäten und Parametrisierungen verwendet, die nicht immer zu gleichen Klassifikationen führen müssen. Es hat sich als notwendig erwiesen, intensivere Reize zu applizieren, um bei Reducern eine TMI zu provozieren und somit eine valide Einteilung in Augmenter und Reducer zu erreichen. Die neurophysiologische Tendenz, Reize abzuschwächen oder zu verstärken soll ein rein kortikales Phänomen zu sein (Buchsbaum, 1976; Lukas & Siegel, 1971; Soskis & Shagass, 1974), das auf unterschiedli-

chen Skalp-Lokalisationen unterschiedlich ausgeprägt ist (Connolly & Gruzelier, 1982). Wenn am Vertex (Cz) gemessen wird, bringen unterschiedliche Sinnesmodalitäten an denselben Probanden unter passiven Reizaufnahmebedingungen unterschiedliche Reaktionsverläufe hervor (z. B. Kaskey et al., 1980; Raine et al., 1981). Wenn Aufmerksamkeitsbedingungen zwischen den Probanden jedoch vereinheitlicht werden (z. B. durch Instruktionen oder längere Interstimulusintervalle), so kommt es zu größeren Übereinstimmungen in den Kurvenverläufen (Hegerl et al., 1992). Die Lokalisation Cz ist jedoch nicht die modalitätsunspezifische Position zur Messung von *Augmenting-Reducing*, da sie die Aktivität sekundär-visueller Felder und die Aktivität primär-auditiver Felder widerspiegelt (Hegerl, 1994). Um eine Vergleichbarkeit verschiedener Sinnesmodalitäten zu gewährleisten, müssten weitere Lokalisationen in Betracht gezogen werden. Hierfür bietet sich unter anderem die Lokalisation Fz an (Bruneau et al., 1984, 1985), da präfrontale Regionen in der Stimulus-Intensitäts-Modulation eine bedeutende Rolle zu spielen scheinen (Blenner & Yingling, 1993). Aber auch die Lokalisation C3 wird neuerdings für die Ableitung akustisch evozierter Potentiale favorisiert (z. B. Brocke et al., 1999). Die Frage nach der sensitivsten Komponente im EP ist schwer zu beantworten. Hier gibt es unterschiedliche Auffassungen: Einige Autoren plädieren für die P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub>-Komponente (Buchsbaum, 1976; Zuckerman et al., 1974), andere für die N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>-Komponente (von Knorring, 1980; Hegerl et al., 1989). Es gibt aber auch die Ansicht, dass die genannten Komponenten einzeln betrachtet werden sollten, wie etwa die P<sub>1</sub> (Buchsbaum et al., 1983), die N<sub>1</sub> (Barratt et al., 1987; Bruneau et al., 1984; Connolly & Gruzelier, 1982) oder die P<sub>2</sub> (Orlebeke et al., 1989). Mitunter erscheint es so, als ob jeder Forscher die Komponente favorisiert, die signifikante Ergebnisse hervorgebracht hat. Dies ist nach Prescott et al. (1984) jedoch besonders kritikwürdig: Ihnen zufolge sind die nach verschiedenen Komponenten eingeteilten *Augmenter* und *Reducer* nicht miteinander vergleichbar. Daher scheint es beim gegenwärtigen Stand der Forschung unverzichtbar, jede der hier genannten Komponenten zu parametrisieren. Weiterhin stellen Augenbewegungen eine nicht zu unterschätzende Störvariable dar, die *Augmenting-Reducing*-Verläufe verfälschen können (Iacono et al., 1982). Deshalb ist es unbedingt erforderlich, diese mit aufzuzeichnen und aus den EP-Kurvenverläufen herauszurechnen. Weiterhin sollen - anstatt einer korrelativen Herangehensweise den Vorzug zu geben - a priori eingeteilte Extremgruppen untersucht werden. Besonders die Studien zu *Sensation Seeking* machen deutlich, dass Extremgruppenselektion erfolgreicher ist als z. B. ein *Mediansplit*. Deshalb sollen anhand einer deutschen Übersetzung der *Vando R-A-Skala* Probanden aus den extremen Quartilen des Punktwertbereichs als *Reducer* bzw. *Augmenter* selektiert werden.

Aus bisherigen Studien geht hervor, dass ein Zusammenhang zwischen per Q-Daten erhobenen Persönlichkeitsdimensionen und EP-*Augmenting-Reducing* besonders mit visuellen Reizen gegeben war. In der auditiven Modalität sind hingegen seltener Zusammenhänge gefunden worden. Auditorisch evozierte Kurvenverläufe zeichnen sich dadurch aus, dass nur in wenigen Fällen *Reducing*-Verläufe gefunden werden konnten. Bisherige Untersuchungen legen nahe,

dass dies an methodischen Unzulänglichkeiten der bisher durchgeführten Studien liegen könnte. So waren die Reizintensitäten evtl. nicht ausreichend, um Reducing zu provozieren und / oder die Reizenergie müsste z. B. durch weißes Rauschen erhöht werden (z. B. Mullins & Lukas, 1984). Dadurch ließe sich, ähnlich wie in der visuellen Modalität durch weißes Licht, ein größerer Teil der Sinnesrezeptoren erregen. Um dies zu testen wurde in dieser Arbeit weißes Rauschen über einen breiten Intensitätsbereich (von 65dB(A) bis 105dB(A)) dargeboten. Es sollte geprüft werden, ob die anhand der R-A-Skala selektierten Augmenter im Vergleich zu den Reducern auf akustische Reize zunehmender Intensität im evozierten Potential mit einer Zunahme der Reaktionsamplituden reagieren und ob Reducer bei hohen Reizintensitäten eine Reaktionsabnahme aufweisen. Darüberhinaus interessierte aber auch die bislang weitgehend unberücksichtigte Frage nach Unterschieden zwischen Augmentern und Reducern in peripher-physiologischen Reaktionen sowie nach Unterschieden im subjektiven Erleben und in Verhaltensmaßen. Zuckerman et al. (1988) und Ackerman et al. (1984) postulieren bei EP-Augmentern eine schwächer ausgeprägte Reaktivität, d. h. sie sollen mehr HF-Dezeleration und weniger HF-Akzeleration auf Reize zeigen. Da sie aber ständig auf der Suche nach Stimulation sind (evtl. um ihr verringertes Erregungsniveau anzuheben), können sie reizärmere Situationen weniger gut vertragen und begeben sich folglich in selbststimulierende Gedanken. Auch Davis et al. (1984) sehen in den RAS-Augmentern Personen mit einem starken Nervensystem. Sie habituierten schneller auf intensivere Umweltreize und haben einen höheren systolischen Blutdruck. Aufgrund des Auftretens einer Transmarginalen Inhibition wäre also zu erwarten, dass Reducer bei hohen Reizintensitäten peripher-physiologisch, also in der Hautleitfähigkeit oder der Herzrate, ein Defensivreaktionsmuster (DR) im Sinne einer „environmental rejection“ (Lacey, 1967) aufweisen, mit höheren Amplituden in der Hautleitfähigkeitsreaktion (EDR) und einer stärkeren Herzfrequenzbeschleunigung (vgl. Zuckerman et al., 1988). Augmenter sollten demgegenüber neben einem kortikalen Augmenting peripher-physiologisch auch bei Geräuschen von hoher Intensität ein Reaktionsmuster zeigen, das eher dem sogenannten „environmental intake“ (Lacey, 1967) bzw. der Orientierungsreaktion (OR) entspricht. Bei Verwendung eines breiten Intensitätsbereichs sollte also bei den Reducern ein „Umkippen“ des Reaktionsmusters von einer OR zu einer DR zu beobachten sein, während bei Augmentern das OR-Muster über den gesamten Intensitätsbereich dominieren sollte. In den bisherigen Studien wurden wiederholt Geschlechtsunterschiede in EP-Verläufen ermittelt, die darin bestanden, dass weibliche Probanden eher Augmenter waren. Hinsichtlich peripher-physiologischer Maße führt Boucsein (1992) Studien an, die eine erniedrigte elektrodermale Reaktivität weiblicher Probanden belegen. Zur Überprüfung möglicher Geschlechtseffekte wurde das Geschlecht als weiterer unabhängiger Faktor in das Versuchsdesign aufgenommen.

Auf subjektiver Ebene wurde erwartet, dass Augmenter im Erleben der Experimentalsituation eine geringere Nervosität aufweisen und die Geräusche als weniger laut und weniger unangenehm einstufen, da sie höhere Reizintensitäten präferieren (vgl. Davis et al., 1984).

Auf Verhaltensebene bestand die Annahme, dass Augmenter im Vergleich zu Reducern mehr psychoaktive Substanzen wie Kaffee, Zigaretten, Alkohol oder Drogen einnehmen und weniger schlafen (vgl. Barnes, 1985; Davis et al., 1984; Kohn & Coulas, 1985; Kohn et al., 1986; Vulcano, Barnes & Langstaff, 1990). Explorativ wurden auch evtl. bestehende Reaktionszeitunterschiede in einer einfachen Reaktionszeitaufgabe getestet.

Zusammenfassend war also das Ziel des Experiments 1, anhand der RAS selektierte extreme Augmenter und Reducer mit einem akustischen Augmenting-Reducing Paradigma (mit weißem Rauschen als Reize) in einem breiten Intensitätsbereich (65 bis 105dB) zu untersuchen. Dabei wurden sowohl evozierte Potentialverläufe in unterschiedlichen Komponenten ( $P_1$ ,  $N_1$ ,  $P_2$ ,  $P_1-N_1$  und  $N_1-P_2$ ) auf fünf unterschiedlichen Lokalisationen (Fz, Cz, C3, C4, Pz), als auch peripher-physiologische und subjektive Reaktivitätsmaße abgeleitet. Somit sollten Augmenter und Reducer hinsichtlich ihrer Reaktivität verglichen werden und dadurch eine Überprüfung ermöglicht werden, ob sich die a-priori-Klassifikation in Augmenter und Reducer in den EP-Verläufen wiederfinden lässt, d. h. ob Augmenter mit zunehmender Reizintensität einen EP-Anstieg zeigen und Reducer mit zunehmender Reizintensität eine EP-Abnahme.



## Kapitel II: Experimentelle Arbeiten

### 1. Experiment 1: Das Augmenting-Reducing Paradigma

#### 1.1 Methode

##### 1.1.1 Stichprobe

Als Versuchspersonen nahmen 16 Augmenter (9 männlich, 7 weiblich) und 12 Reducer (6 männlich, 6 weiblich) am Experiment teil. Unter den Augmentern waren acht Studenten, unter den Reducern fünf. Die Probanden wurden aus einer Gesamtheit von 118 Personen aufgrund ihrer Werte in der RAS selektiert. Probanden wurden als Augmenter klassifiziert, wenn sie einen Summenscore  $\geq 30$  aufwiesen, als Reducer wurden sie klassifiziert, wenn ihr Score  $\leq 19$  betrug. Dieses Vorgehen entsprach weitgehend der Selektion über die Quartile der Stichprobenverteilung. Die ausgewählten Probanden wurden vor dem Experiment auf einen evtl. Hörschaden hin befragt (siehe Anhang). Aufgrund dieser Befragung wurde ein Proband von der Untersuchung ausgeschlossen. Bei drei Probanden (alle Augmenter) kam es zu technischen Problemen im Versuchsablauf, eine Person (Augmenter) brach das Experiment vorzeitig ab. Diese Personen werden bei den folgenden Analysen nicht berücksichtigt. Somit setzte sich die Gruppe der Augmenter und der Reducer aus je 6 männlichen und 6 weiblichen Probanden zusammen. Der mittlere RAS-Summenscore betrug bei den Reducern 16,58, bei den Augmentern 35,33 Punkte. Das Durchschnittsalter lag in der Gruppe der Augmenter bei 29,75 Jahren ( $SD = 4,49$ ; Range: 24 - 42), in der Gruppe der Reducer bei 28,83 Jahren ( $SD = 6,39$ ; Range: 21 - 41). Tabelle 2.1 zeigt die Altersmittelwerte in Abhängigkeit von der Persönlichkeit und dem Geschlecht.

Tab. 2.1. Mittleres Alter in den Versuchsgruppen.

	Augmenter	Reducer
männlich	28,83 ( $SD = 2,40$ )	29,67 ( $SD = 9,00$ )
weiblich	30,67 ( $SD = 6,06$ )	28,00 ( $SD = 2,68$ )

Eine Varianzanalyse über das Alter erbrachte keine signifikanten Unterschiede.

##### 1.1.2 Versuchsplan

Der Untersuchung lag ein fünf-faktorieller Versuchsplan mit den unabhängigen Faktoren Persönlichkeit (zwei Stufen) und Geschlecht (zwei Stufen) und den Meßwiederholungsfaktoren Reizintensität (fünf Stufen), Durchgang (drei Stufen) und Trial (15 Stufen) zugrunde (siehe Tab. 2.2). Nach jeweils 15 Reizen einer Intensität ( $\cong$  1 Durchgang) erfolgte eine Abfrage der

wahrgenommenen Lautheit und Valenz auf dem Bildschirm. Innerhalb jeder Intensitätsstufe gab es demnach drei Durchgänge mit je 15 Trials.

Tab. 2.2. Versuchsdesign für das Augmenting-Reducing Experiment.

	Intensität						
	65dB			....	105dB		
Durchgang	1	2	3	....	1	2	3
Trial	1, 2 ... 15	1, 2 ... 15	1, 2 ... 15	....	1, 2 ... 15	1, 2 ... 15	1, 2 ... 15
Augmenter n = 12				....			
Reducer n = 12				....			

Fünf mögliche Abfolgen der Reizintensitäten wurden zufällig ausgewählt (siehe Tabelle 2.3). Dabei wurde darauf geachtet, daß sich die Versuchspersonen ausgeglichen auf die Abfolgen verteilten.

Tab. 2.3. Dargestellt sind die fünf zufällig ausgelosten Abfolgen der Reizintensitäten und die Anzahl der Augmenter bzw. Reducer, die diese Abfolgen durchliefen.

Abfolge	1:	dB (A)					n	
		2:	3:	4:	5:	Aug.	Red.	
1:	95	75	65	85	105	2	3	
"	2:	65	95	75	85	105	3	3
"	3:	75	95	105	65	85	3	2
"	4:	105	95	65	85	75	2	2
"	5:	85	95	75	105	65	2	2
						12	12	

Als Reize wurde weißes Rauschen in fünf Reizintensitäten (65 bis 105dB(A)), abgestuft in Intervallen von 10dB(A) verwendet. Von jeder Intensität wurden 45 Reize dargeboten mit einer Dauer von 0,5 Sekunden pro Reiz und einer Anstiegs- und Abstiegszeit von je 50 ms. Das Interstimulusintervall variierte zwischen 15 und 25 Sekunden (M = 19,58).

### 1.1.3 Abhängige Variablen

#### Psychophysiologische Variablen

Als psychophysiologische Variablen wurden die Elektrodermale Aktivität (EDA), die Herzrate (aus dem EKG), die Atmung (RESP), die vertikalen Augenbewegungen (aus dem EOG) und das Elektroenzephalogramm (EEG) mit den Ableitorten Fz, Cz, Pz, C3 und C4 nach dem 10/20 System von Jaspers (1958) aufgezeichnet.

### Subjektive Daten

Vor und nach dem Experiment wurde die aktuelle Befindlichkeit der Versuchsteilnehmer befragt. Hierfür kam eine abgewandelte Form des Emotionalitätsinventars (EMI) von Ullrich und Ullrich de Muynck (1975) zur Anwendung. Dieses enthält in der Originalfassung 70 bipolar angeordnete Items, die sich zu sechs Subskalen gruppieren lassen: a) Erschöpfung, b) Aggressivität, c) psychomotorisch und vegetativ erlebte Angst, d) Hemmung, e) Bedrohung bzw. psychische Angst und f) Depression. Für diese Studie wurden aufgrund von Zeitersparnis und Relevanz 18 Items ausgewählt. Diese wurden auf 7-stufigen bipolaren Ratingskalen (1-7) computerisiert dargeboten und sollen im folgenden kurz aufgelistet werden:

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. frisch / matt;             | 10. ausgeglichen / nervös;    |
| 2. schlaff / munter;          | 11. unsicher / sicher;        |
| 3. gespannt / entspannt;      | 12. deprimiert / heiter;      |
| 4. gelöst / verkrampft;       | 13. dynamisch / schläfrig;    |
| 5. vorsichtig / risikobereit; | 14. träge / energievoll;      |
| 6. hellwach / todmüde;        | 15. konzentriert / zerfahren; |
| 7. ängstlich / unbekümmert;   | 16. zappelig / ruhig;         |
| 8. zufrieden / unzufrieden;   | 17. klar / verwirrt;          |
| 9. erregt / gelassen;         | 18. gereizt / ausgeglichen.   |

Für die Auswertung wurden diese Items zu vier Skalen zusammengefasst: Die erste Skala „*allgemeine Aktiviertheit*“ setzte sich zusammen aus den Items „frisch“ (1), „munter“ (2), „hellwach“ (6), „dynamisch“ (13) und „energievoll“ (14). Die zweite Skala kennzeichnete die Dimension „*Nervosität/Anspannung*“ mit den Items „gespannt“ (3), „verkrampft“ (4), „erregt“ (9), „nervös“ (10), „zappelig“ (16) und „gereizt“ (18). Eine dritte Skala, als „*Optimismus/Selbstsicherheit*“ bezeichnet, beinhaltete die Items „risikobereit“ (5), „unbekümmert“ (7), „zufrieden“ (8), „sicher“ (11) und „heiter“ (12). Die Items „zerfahren“ (15) und „verwirrt“ (17) bildeten schließlich die Skala „*kognitive Aufnahmefähigkeit*“.

Der Analyse der subjektiven Befindlichkeit lagen vier Varianzanalysen mit dem 2-fach gestuften Meßwiederholungsfaktor Zeit (vor dem Experiment - nach dem Experiment) zugrunde.

Die subjektive Lautheit und Valenz der dargebotenen Geräusche wurde anhand zweier 7-stufiger Ratingskalen gemessen, die über einen Monitor dargeboten und per Tastatur bedient wurden. Die Ratingskala zur Lautheit variierte von „sehr leise“ bis „sehr laut“, die der Valenz von „sehr angenehm“ bis „sehr unangenehm“.

Vor dem Experiment machten die Probanden Angaben zu ihren Schlafgewohnheiten (tatsächliche und gewünschte Schlafdauer pro Nacht), ihrem Zigaretten-, Kaffee-, Alkohol- und Drogenkonsum (siehe Anhang).

#### 1.1.4 Material und Geräte

Die Geräusche wurden über einen PC (AT80486 DX-50 (8 MB)) via Soundkarte und Verstärker (Fa. DYNACORD, TYP PAA 330, 250 Watt) gegen ein Hintergrundrauschen von 30dB(A) (Verstärkerrauschen) dargeboten. Auf dem Darbietungsrechner erfolgten auch die Darbietung des Emotionalitätsinventars sowie die Befragung der Probanden über die Geräuschwahrnehmung. Die Geräuschintensitäten wurden mit einem Schallpegelmeßgerät der Firma BRÜEL UND KJAER (Typ 1613) in Höhe des Kopfes des Probanden gemessen. Während der Geräuscharbietung erschien in der Mitte des Bildschirms ein weißes Kreuz als Fixationspunkt.

Die Hautleitfähigkeit wurde mit einem Konstant-Spannungskoppler (Eigenentwicklung von Herrn Dr. Schaefer, BUGH Wuppertal; 0,5 V) thenar und hypothenar mit zwei Beckman Ag/AgCl-Elektroden ( $0,6 \text{ cm}^2$ ) unter Verwendung von Unibase-Elektrodenpaste (0,05 M NaCl) an der nicht-dominanten Hand abgeleitet. Die Zeitkonstante betrug 10 Sekunden.

Das EKG wurde am rechten oberen Schlüsselbein und linken unteren Rippenbogen mit zwei Beckman Ag/AgCl-Elektroden und Hellige-EKG-Paste abgeleitet (modifizierte Einthoven-II-Ableitung). Die Zeitkonstante wurde auf 0,1 Sekunde gesetzt.

Das EEG wurde nach dem 10/20-System von Jasper (1958) an fünf Lokalisationen (Fz, Cz, Pz, C3, C4) mit Hellige Napf-Elektroden und Grass-EC<sub>2</sub>-Paste gegen den Mastoideus des rechten Ohrs abgeleitet. Um die Übergangswiderstände unter  $5 \text{ k}\Omega$  zu halten, wurde die Kopfhaut mit Alkohol und Schleifpaste (Omni Prep) entsprechend präpariert. Das vertikale EOG wurde zur Artefaktkontrolle am rechten Auge mit Beckman Baby-Elektroden aufgenommen, die mit Hellige-EKG-Paste befüllt wurden. Die Zeitkonstante für das EEG und EOG betrug 2 Sekunden.

Die physiologischen Daten wurden auf einem EEG-Gerät der Fa. NIHON KOHDEN (Typ EEG-5210) mitgeschrieben und über einen AD-Wandler an einen Aufzeichnungsrechner (AT80486 DX2-66 (16 MB)) weitergeleitet und dort gespeichert.

Alle für den Versuch relevanten Instruktionen wurden über einen 20-Zoll Monitor dargeboten, der in ca. 1m Abstand vor der Person auf einem Tisch stand. Die Probanden konnten während des gesamten Experiments Kontakt zum Versuchsleiter über eine Gegensprechanlage (AIPHONE Model LAM-1) aufnehmen.

#### 1.1.5 Versuchsablauf

Um die Probanden über die einzelnen Aufgaben zu informieren, erhielt jede Person vor dem Experiment eine kurze Inhaltsangabe über den gesamten experimentellen Ablauf (siehe Anhang). Während des Experiments wurden den Probanden dann Instruktionen über den Computerbildschirm dargeboten. Im Falle von Unklarheiten oder Problemen bestand darüberhinaus die Möglichkeit, über eine Gegensprechanlage Kontakt mit dem Versuchsleiter aufzu-

nehmen. Die Versuchspersonen wurden nicht bezahlt, Psychologiestudenten erhielten jedoch für die Teilnahme eine Bescheinigung über drei abgeleistete Versuchspersonenstunden.

Das Experiment fand in einem ca. 9 m<sup>2</sup> großen schallsolierten und klimatisierten Labor der BUGH Wuppertal statt. Nachdem „informed consent“ erhoben worden war, wurden die Elektroden angelegt. Danach erschien folgende Instruktion:

Das Experiment gliedert sich in zwei Phasen. Zunächst werden Sie Serien unterschiedlich lauter Geräusche hören. Dabei sollen Sie jeweils zu Beginn, in der Mitte und am Ende jeder Geräuschserie einschätzen, wie Sie die Geräusche empfunden haben.

Anschließend sollen Sie eine Reaktionszeitaufgabe durchführen. Hier kommt es darauf an, möglichst schnell auf einen dargebotenen Reiz per Tastendruck zu reagieren.

Haben Sie soweit noch Fragen? Wenn nicht, dann drücken Sie die <Enter>-Taste. Wenn doch, dann fragen Sie jetzt!

Zunächst wurde die computerisierte Version des Emotionalitätsinventars bearbeitet, um die subjektive Befindlichkeit zu Beginn des Experimentes zu erfassen. Es folgte eine 5-minütige Ruhephase, während der die Probanden möglichst ruhig in einem Entspannungsstuhl sitzen sollten. Danach begann die Geräuschdarbietung. Folgende Instruktion wurde vorgegeben:

Wir beginnen jetzt mit der Geräuschdarbietung. Im folgenden werden Sie eine Reihe von Geräuschen hören. Sie müssen nichts weiter tun, als zuzuhören und, wenn Sie dazu aufgefordert werden, Ihre Wahrnehmung einzuschätzen.

Achten Sie bitte darauf, sich während der Geräuschdarbietung möglichst wenig zu bewegen und ein Zwinkern mit den Augen zu vermeiden.

Fixieren Sie bitte das Kreuz, das gleich in der Mitte des Bildschirms eingeblendet wird.

An das Augmenting-Reducing Paradigma schloß sich ein kurzes Reaktionszeitexperiment an, bei dem die Probanden auf einen Wechsel in der Farbe des Bildschirms so schnell wie möglich reagieren sollten. Dieser Aufgabe lag ein zwei-faktorieller Versuchsplan zugrunde mit den unabhängigen Faktoren Persönlichkeit und Geschlecht. Für 5 bis 10 Sekunden färbte sich der Bildschirm rot (Warnstimulus, WS). In der Mitte des Bildschirms erschien ein weißes Fixationskreuz. Nach dieser Warnphase nahm er wieder die ursprüngliche schwarze Farbe an (imperativer Reiz, IS). Auf diesen Wechsel (rot zu schwarz) sollte mittels Tastendruck so schnell wie möglich reagiert werden. Als Verhaltensmaß die Reaktionsgeschwindigkeit in Millisekunden gemessen. Reaktionszeiten, die unter 100 ms und über einer Sekunde lagen, wurden entsprechend der Vorgehensweise nach Reed und Derryberry (1995) nicht in die Berechnung aufgenommen. Abbildung 2.1 gibt einen schematischen Überblick über die Aufgabe.

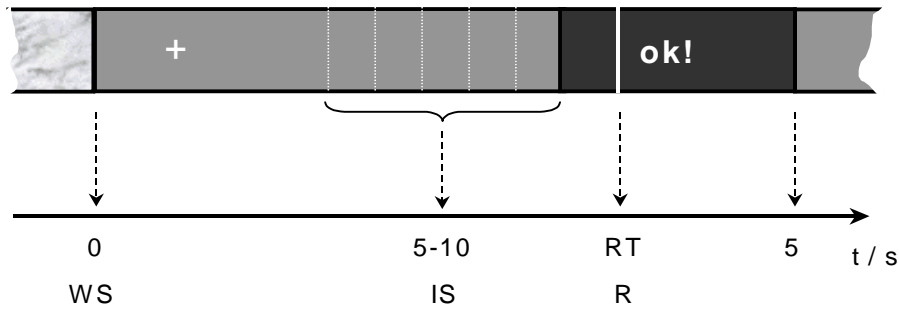


Abb. 2.1. Schematische Darstellung des Einfachwahl-Reaktionszeitexperiments. Der Bildschirm färbte sich für 5 bis 10 Sekunden rot (WS), danach wechselte er auf schwarz (IS). Auf den Farbwechsel sollte reagiert werden.

Dieses Reaktionszeitexperiment bestand aus zwei Phasen. In der ersten Phase wurden fünf Übungstrials bearbeitet, anschließend folgten zehn Experimentaldurchgänge, die in die spätere Analyse einbezogen wurden.

Die Instruktion lautete hier:

Nun folgt das Reaktionszeitexperiment. Ihre Aufgabe ist es, möglichst schnell auf das Aus-blenden eines roten Bildschirms mit der <Enter>-Taste zu reagieren, d. h. der Bildschirm wird sich in regelmäßigen Abständen für fünf bis zehn Sekunden rot färben. Sobald der Bildschirm wieder schwarz wird, sollen Sie reagieren.  
Zunächst folgt ein Übungsdurchgang.

Bitte reagieren Sie so schnell wie möglich!

Abschließend erfolgte die erneute Einschätzung auf dem Emotionalitätsinventar, dann wurden die Elektroden abgenommen. Die Reihenfolge der einzelnen Aufgabenblöcke war für jede Versuchsperson gleich. Die gesamte Dauer des Experiments betrug etwa 130 Minuten. Folgende Tabelle veranschaulicht den gesamten Versuchsablauf des Experiments 1:

Tab. 2.4. Der Versuchsablauf und die Dauer der einzelnen Versuchsblöcke.

Versuchsblöcke	Dauer in Minuten
1. Anbringen der Elektroden	ca. 20 - 30 min
2. Emotionalitätsinventar	ca. 1 - 2 min
3. Ruhephase	5 min
4. Augmenting-Reducing Paradigma	ca. 90 - 100 min
5. Reaktionszeitexperiment	
• Übungstrials	ca. 2 min
• RT-Trials	ca. 5 min
6. Emotionalitätsinventar	ca. 1 - 2 min
7. Abnehmen der Elektroden	ca. 5 min
<b>Gesamt</b>	<b>ca. 130 - 150 min</b>

### 1.1.6 Parametrisierung und Auswertung

Die Hautleitfähigkeit wurde mit 20 Hz digitalisiert und später off-line halbautomatisch analysiert. Eine Reaktion (SCR) wurde dann als spezifisch anerkannt, wenn sie 1 bis 5 Sekunden nach Reizbeginn auftrat und eine minimale Amplitude von 0,02  $\mu$ S aufwies. Während des Reaktionszeitexperiments wurden die Hautleitfähigkeit (EDA) in den ersten fünf Sekunden der Warnphase aufgezeichnet.

Das EKG wurde mit 200 Hz abgetastet und später off-line analysiert. Das Analyseprogramm für die reizbezogene Auswertung rechnete die R-R-Intervalle in Schläge pro Minute um und interpolierte die einzelnen Schläge auf Ein-Sekunden-Abschnitte. Das Programm arbeitete mit selbstoptimierenden Filtern und dynamischen Kriterien. In die Baseline gingen fünf Sekunden vor dem Reiz ein; nach dem Reiz wurden zehn Sekunden analysiert. Da eine vollständige Datenanalyse aufgrund zu geringer Rechnerkapazität nicht möglich war, wurden die interpolierten Herzfrequenzwerte auf die jeweils ersten fünf Reize jeder Intensität gemittelt. Anschließend wurden Differenzwerte zur Baseline als Reaktionswerte berechnet, wobei für die Analyse nur die ersten vier Sekunden herangezogen wurden.

Das EEG wurde mit einer Zeitkonstante von zwei Sekunden und einer oberen Grenzfrequenz von 35 Hz aufgezeichnet, mit 250 Hz digitalisiert und später off-line analysiert. Aufgezeichnet wurden zwei Sekunden vor und fünf Sekunden nach dem Reiz. Die Meßstrecken über alle 45 Geräusche jeder Intensität wurden gemittelt. Die interessierenden Peaks ( $P_1$ ,  $N_1$ ,  $P_2$ ) wurden mit Hilfe eines LABVIEW-Programmes ausgewertet. Hierzu wurde für jeden Probanden das in dem entsprechenden Zeitfenster die maximale Positivierung bzw. Negativierung gesucht (Peak-to-Peak-Analyse). Das Zeitfenster für die  $P_1$ - $N_1$ -Komponente lag zwischen 60 und 160 ms, für die  $N_1$ - $P_2$ -Komponente zwischen 90 bis 250 ms. Um weiterhin einzelne Komponenten auswerten zu können, wurden auch die einzelnen Peaks in Bezug auf eine 100 ms-Baseline bestimmt. In dieser Studie wurden nicht die individuellen Steigungskoeffizienten mittels linearer Regressionsgeraden als Indikatoren für Augmenting-Reducing verwendet, da nach Dragutinovich (1987c) und Connolly und Gruzelier (1984) durch diese Steigungsgeraden nur ein geringer Prozentsatz der individuellen Amplitudenvarianz erklärt wird. Dieses Vorgehen wird demnach dem individuellen Amplitudenverlauf nicht gerecht. Es wurde daher ein varianzanalytisches Vorgehen gewählt, wobei die Reizintensität als Meßwiederholungsfaktor fungierte.

Das EOG wurde mit 250 Hz digitalisiert und während der Mittelung regressionsanalytisch aus dem EEG herausgerechnet.

Die Reaktionszeit wurde vom Computer in Loops gemessen und in Millisekunden transformiert. Berechnet wurde die mittlere Reaktionszeit.

### *Statistische Analysen*

Für die statistische Auswertung der Daten wurden Varianzanalysen bzw. Meßwiederholungsanalysen nach dem Allgemeinen Linearen Modell herangezogen (Prozedur GLM im SPSS Statistikprogramm 8.0). Das Signifikanzniveau wurde auf 5% (zweiseitig) festgelegt. Im Falle von Meßwiederholungsanalysen wurde der  $\epsilon$ -korrigierte p-Wert herangezogen. Die Ergebnisdarstellung wird vielfach von Abbildungen begleitet. Im Falle der Darstellung von Wechselwirkungen werden die signifikanten Unterschiede anhand von Sternen (\*) markiert. Dabei gilt: \* = signifikant auf dem 5%-Niveau, \*\* = signifikant auf dem 1%-Niveau.



## 1.2 Ergebnisse Experiment 1

Die Darstellung der Ergebnisse beginnt mit den evozierten Potentialen. Anschließend werden die autonomen und die subjektiven Variablen angeführt. Den Abschluß des Ergebnisteils bildet das Reaktionszeitexperiment.

### 1.2.1 Zentralnervöse Variablen

Zunächst werden die Ergebnisse der  $P_1-N_1$ -Komponente, danach die der  $N_1-P_2$ -Komponente berichtet. Schließlich werden die Komponenten  $P_1$ ,  $N_1$  und  $P_2$  auch getrennt dargestellt.

#### $P_1-N_1$

Die Analyse der  $P_1-N_1$ -Amplitude erfolgte über eine vier-faktorielle Varianzanalyse mit den unabhängigen Faktoren Persönlichkeit und Geschlecht und den Meßwiederholungsfaktoren Lokalisation und Intensität. Es konnten Haupteffekte der Lokalisation ( $F(4, 80) = 12,71$ ;  $p < .01$ ) und der Intensität ( $F(4, 80) = 26,45$ ;  $p < .01$ ) beobachtet werden. Der Haupteffekt der Lokalisation bestand darin, daß sich sowohl die Lokalisation Cz, als auch Pz signifikant von allen anderen Lokalisationen unterschieden. C3, C4 und Fz hingegen wiesen ähnliche Amplituden auf (siehe Abb. 2.2).

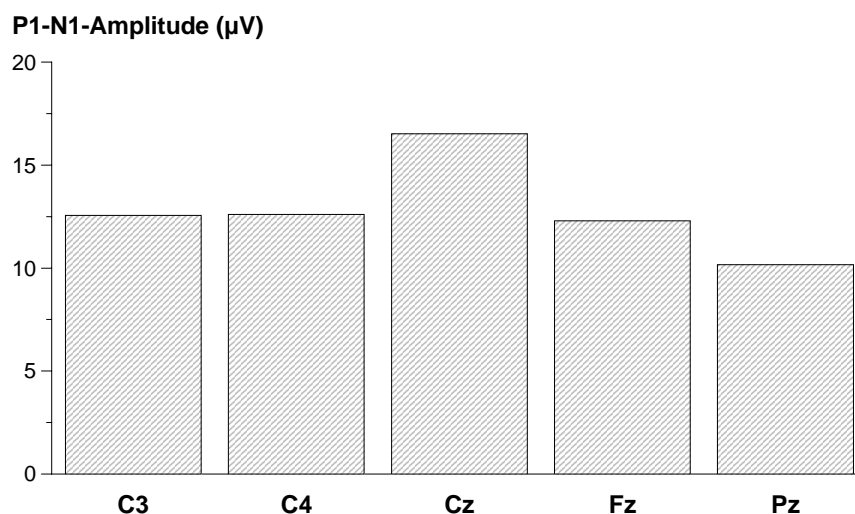


Abb. 2.2. Abgebildet ist die mittlere  $P_1-N_1$ -Amplitude auf den fünf Lokalisationen. Auf Cz waren die höchsten Amplituden anzutreffen, auf Pz die niedrigsten.

Der Haupteffekt der Intensität beruhte auf einem Anstieg der Amplituden mit zunehmender Reizintensität. Allerdings unterschieden sich die Amplituden von 95 und 105dB nicht signifikant voneinander. Der Anstieg war jedoch abhängig von der Lokalisation, wie die signifikante Interaktion zwischen Lokalisation und Intensität belegt ( $F(16, 320) = 6,77$ ;  $p < .01$ ). Auf C3 und C4 war der Anstieg von 65 auf 75dB nicht signifikant. Ebenso nicht unterschiedlich war der Anstieg von 75 auf 85dB auf Fz und Pz. Abbildung 2.3 veranschaulicht die Amplitudenverläufe in den Persönlichkeitsgruppen.

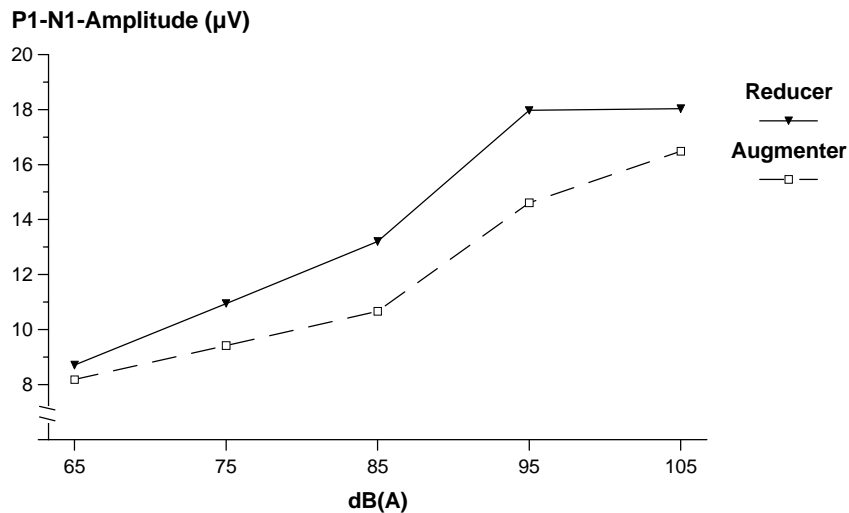


Abb. 2.3.  $P_1-N_1$ -Amplituden über alle Lokalisationen in Abhängigkeit von der Reizintensität. Augmenter und Reducer unterschieden sich nicht signifikant.

Zwar wiesen Augmenter niedrigere Amplituden auf als Reducer, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant. Allerdings konnte eine signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ermittelt werden ( $F(1, 20) = 4,56; p < .05$ ). Abbildung 2.4 verdeutlicht den Zusammenhang.

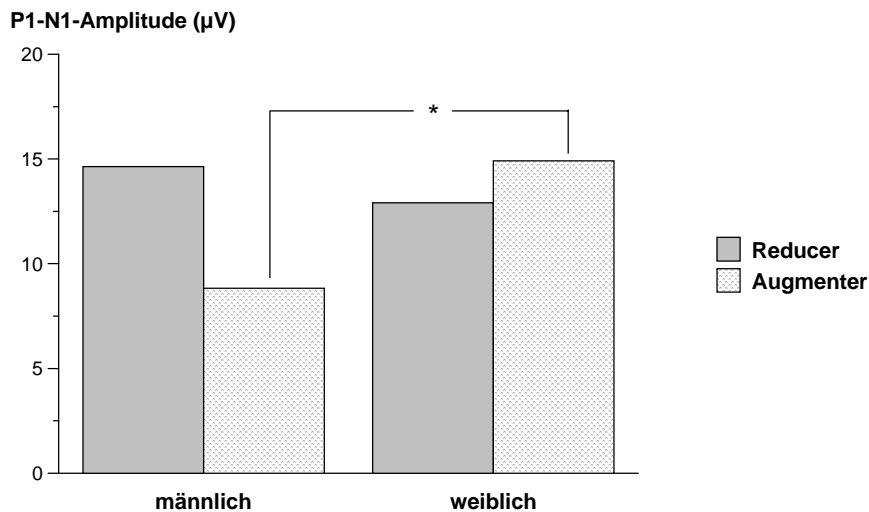


Abb. 2.4. Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht in der  $P_1-N_1$ -Amplitude. Männliche Augmenter wiesen eine signifikant niedrigere Amplitude auf als weibliche Augmenter.

Wie auf der Abbildung zu erkennen ist, wiesen die männlichen Augmenter die geringsten Amplituden auf. Post hoc Tests ergaben, daß allerdings nur der Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Augmentern signifikant war. Der Unterschied zwischen männlichen Augmentern und männlichen Reducern war nur in der Tendenz signifikant.

$N_1-P_2$ 

Für die  $N_1-P_2$  Amplitude ergaben sich signifikante Haupteffekte der Lokalisation ( $F(4, 80) = 18,18; p < .01$ ) und der Intensität ( $F(4, 80) = 41,26; p < .01$ ). Wie bereits bei der  $P_1-N_1$ -Komponente, so war auch hier auf Cz die größte Reaktivität zu finden und auf Pz die niedrigste. Alle Lokalisationen unterschieden sich signifikant von Cz und Pz. C3, C4 und Fz hingegen unterschieden sich nicht signifikant voneinander (siehe Abb. 2.5).

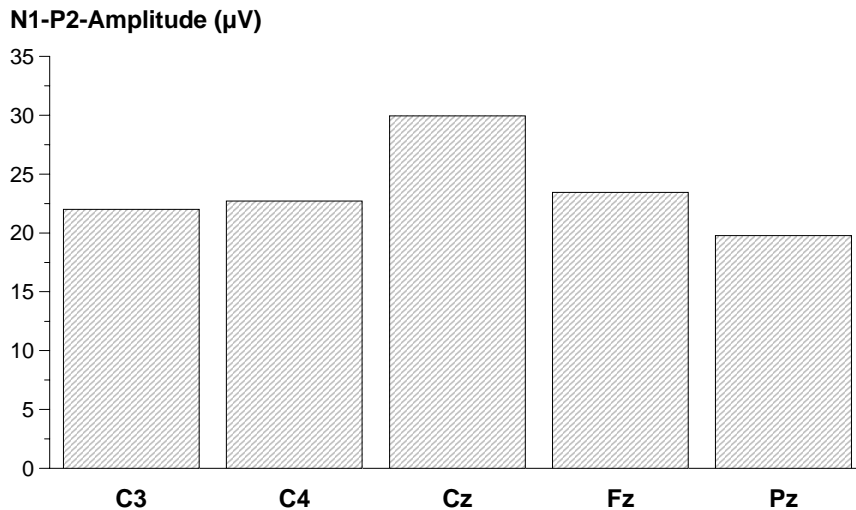


Abb. 2.5. Abgebildet ist die mittlere  $N_1-P_2$ -Amplitude auf den fünf Lokalisationen. Auf Cz waren die höchsten Amplituden anzutreffen, auf Pz die niedrigsten.

Der Haupteffekt der Intensität bestand wiederum in einer Zunahme der Reaktivität mit zunehmender Reizintensität. Weiterhin konnte eine signifikante Interaktion zwischen Lokalisation und Intensität beobachtet werden ( $F(16, 320) = 5,59; p < .01$ ). Post hoc Tests ergaben, daß der Reaktivitätsanstieg von 75 auf 85dB nur auf den Lokalisationen Fz und Pz nicht signifikant war. Abbildung 2.6 veranschaulicht die Amplitudenverläufe in den Persönlichkeitsgruppen.

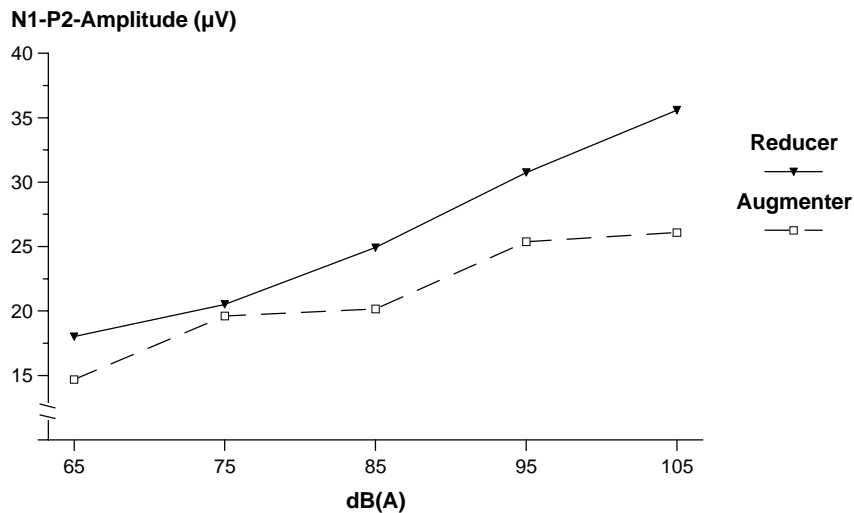


Abb. 2.6.  $N_1$ - $P_2$ -Amplituden über alle Lokalisationen in Abhängigkeit von der Persönlichkeit und der Reizintensität.

Die Augmenter hatten insgesamt niedrigere Amplituden als die Reducer. Im Unterschied zur  $P_1$ - $N_1$ -Amplitude war der Haupteffekt der Persönlichkeit hier signifikant ( $F(1, 20) = 4,91$ ;  $p < .05$ ). Eine Interaktion zwischen Persönlichkeit und Intensität ( $F(4, 80) = 2,96$ ;  $p < .05$ ) wies diesen Effekt jedoch als abhängig von der Reizintensität aus. Post hoc Tests ergaben, daß nur bei der höchsten Intensität (105dB) der Unterschied signifikant war. Abbildung 2.7 veranschaulicht die EPs bei der niedrigsten und der höchsten Intensitätsstufe für Augmenter und Reducer.

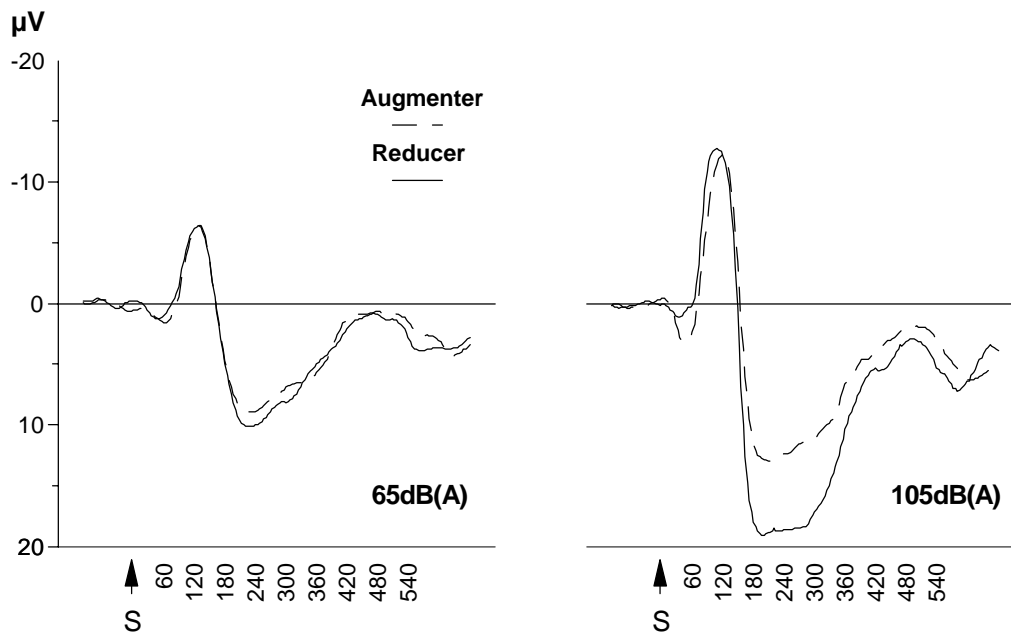


Abb. 2.7. Dargestellt sind die Grand Averages von Augmentern und Reducern für die niedrigste (links) und höchste Intensität (rechts) gemittelt über alle Lokalisationen. S markiert den Reizbeginn.

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, unterschieden sich die Persönlichkeitsgruppen bei 65dB nicht voneinander. Bei 105dB sind jedoch besonders in der P<sub>2</sub>-Komponente Unterschiede zu erkennen. Augmenter reagierten hier schwächer als Reducer. Die mittlere N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>-Amplitude auf die 105dB-Geräusche betrug bei den Augmentern 26,08 µV (SD = 10,19), bei den Reducern 35,58 µV (SD = 7,80).

Weiterhin konnte ein Haupteffekt des Geschlechts nachgewiesen werden ( $F(1, 20) = 7,38; p < .05$ ), der darin bestand, daß weibliche Versuchsteilnehmer über alle Intensitäten höhere Amplituden zeigten als die männlichen Teilnehmer. Schließlich konnte auch hier - wie bei der Analyse der P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub>-Kurvenverläufe - eine signifikante zweifach-Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht beobachtet werden ( $F(1, 20) = 6,48; p < .05$ ). Abbildung 2.8 veranschaulicht diese Wechselwirkung.

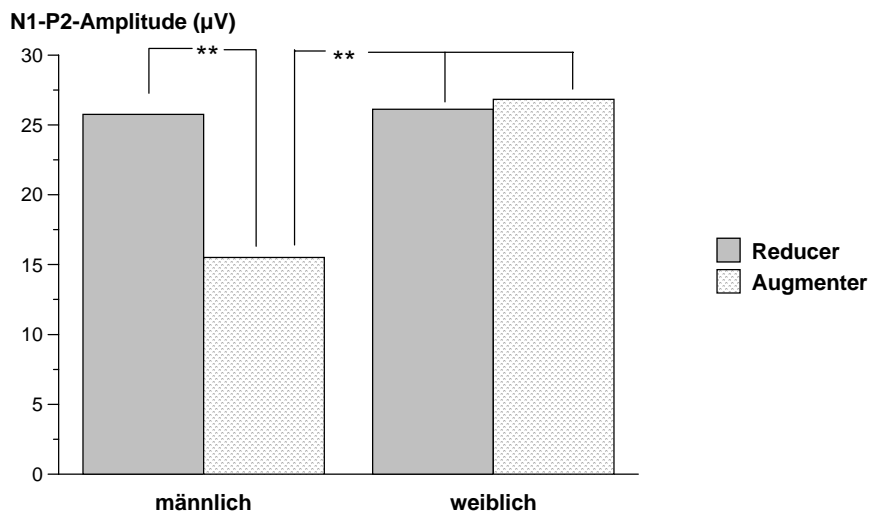


Abb. 2.8. Wechselwirkung zwischen Persönlichkeit und Geschlecht in der N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>-Amplitude. Männliche Augmenter zeigten die niedrigsten Amplituden verglichen mit allen anderen Gruppen.

Es ist zu erkennen, daß auch hier die männlichen Augmenter die niedrigsten Amplituden aufwiesen. Post hoc Tests ergaben, daß sich zum einen männliche von weiblichen Augmentern signifikant unterschieden, aber auch männliche Augmenter von männlichen und weiblichen Reducern.

Neben den Peak-to-peak-Messungen P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub> und N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub> wurden auch die Komponenten P<sub>1</sub>, N<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> getrennt voneinander ausgewertet.

### P<sub>1</sub>

Es konnte ein signifikanter Haupteffekt der Lokalisation ermittelt werden ( $F(4, 80) = 3,57; p < .05$ ), sowie ein signifikanter Haupteffekt der Intensität ( $F(4, 80) = 3,35; p < .05$ ). Auf Cz wurden höhere Amplituden gefunden als auf C3, C4, Fz und Pz, die sich nicht signifikant voneinander unterschieden. Der Haupteffekt der Intensität bestand darin, daß mit zunehmender Reiz-

intensität die Amplituden anstiegen. Dabei unterschieden sich signifikant 65 von 95 und 105dB, 75 von 95dB und 85 von 95dB. Eine signifikante zweifache Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht konnte festgestellt werden ( $F(1, 20) = 4,58; p < .05$ ). Abbildung 2.9 veranschaulicht die Wechselwirkung.

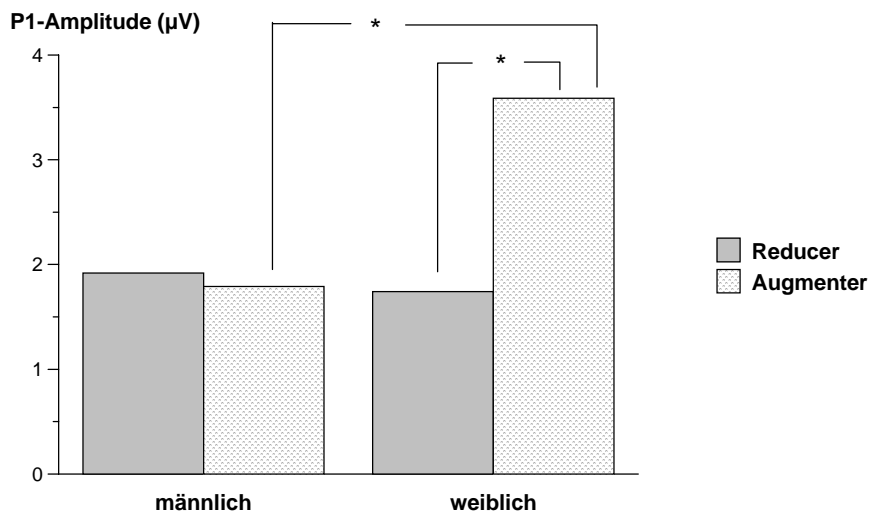


Abb. 2.9. Dargestellt ist die Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht in der P<sub>1</sub>-Amplitude. Weibliche Augmenter zeigten höhere Amplituden als alle anderen Versuchsteilnehmer.

Weibliche Augmenter zeigten eine signifikant höhere Reaktivität als weibliche Reducer und männliche Augmenter. Von den männlichen Reducern unterschieden sich die weiblichen Augmenter nur in der Tendenz. Keine Unterschiede bestanden zwischen männlichen und weiblichen Reducern.

### N<sub>1</sub>

Die Analyse der N<sub>1</sub>-Komponente erbrachte einen signifikanten Haupteffekt der Lokalisation ( $F(4, 80) = 12,16; p < .01$ ) und der Intensität ( $F(4, 80) = 18,44; p < .01$ ). Auch hier konnten auf Cz die höchsten Amplituden gefunden werden. C3, C4 und Fz unterschieden sich nicht signifikant voneinander und auf Pz waren die niedrigsten Amplituden zu finden. Pz und Fz unterschieden sich jedoch nicht signifikant voneinander. Der Haupteffekt der Intensität basierte auch hier auf einer Zunahme der Reaktionsamplituden mit zunehmender Reizintensität, wobei sich die Amplituden bei 65 vs. 75dB und 95 vs. 105dB nicht signifikant voneinander unterschieden. Ein deutlich schwächer ausgeprägter Anstieg zwischen den Intensitäten 85dB und 95dB auf Pz (ca. 1 µV) im Vergleich zu den anderen Lokalisationen (ca. 4 µV) war verantwortlich für eine signifikante zweifache Interaktion zwischen Lokalisation und Intensität ( $F(16, 320) = 7,89; p < .01$ ). Signifikante Persönlichkeits- oder Geschlechtsunterschiede konnten nicht ermittelt werden.

$P_2$

Auch in der  $P_2$ -Komponente konnten signifikante Haupteffekte der Lokalisation ( $F(4, 80) = 15,21$ ;  $p < .01$ ) und der Intensität ( $F(4, 80) = 16,97$ ;  $p < .01$ ) ermittelt werden. Auch hier waren auf Cz die signifikant höchsten Amplituden zu finden. Auf C3, C4 und Pz konnten hingegen die niedrigsten Amplituden ermittelt werden. Die Amplituden auf Fz lagen dazwischen, waren jedoch nicht signifikant unterschiedlich von C4 und Pz. Der Haupteffekt der Intensität bestand abermals aus einem Reaktivitätsanstieg mit zunehmender Reizintensität, wobei sich hier von 75 auf 85dB und von 95 auf 105dB keine signifikant unterschiedlichen Amplituden fanden. Weiterhin war ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts zu beobachten ( $F(1, 20) = 6,66$ ;  $p < .05$ ). Weibliche Probanden reagierten insgesamt stärker als männliche. Signifikante zweifache Interaktionen konnten beobachtet werden zwischen Intensität und Persönlichkeit ( $F(4, 80) = 5,63$ ;  $p < .01$ ) und Lokalisation und Intensität ( $F(16, 320) = 2,70$ ;  $p < .05$ ). Abbildung 2.10 veranschaulicht die Interaktion zwischen Intensität und Persönlichkeit.

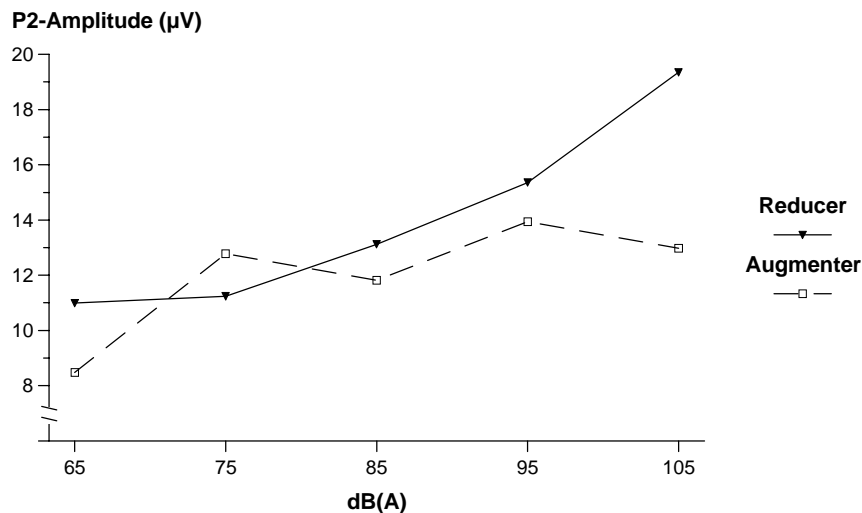


Abb. 2.10. Persönlichkeitsunterschiede in der  $P_2$ -Amplitude. Augmenter reagierten nur auf die höchste Intensität (105dB) signifikant schwächer als Reducer.

Wie aus der Abbildung hervorgeht, zeigten Augmenter bei 105dB(A) eine deutlich erniedrigte Reaktivität gegenüber Reducern. Dieser Effekt war verantwortlich für die signifikante Intensitäts-Persönlichkeits-Interaktion. Die Interaktion zwischen Lokalisation und Intensität war darauf zurückzuführen, daß im Intensitätsbereich von 85 auf 95dB(A) auf Pz der Reaktivitätszuwachs im Vergleich zu den anderen Lokalisationen am größten war. Weiterhin war er auf Fz deutlich kleiner als auf Pz. Im Bereich von 65 auf 75dB(A) war der Amplitudenzuwachs auf Cz signifikant größer als auf C3.

*Power im  $\alpha$ -Band*

Über die zwei Minuten der Ruhephase und über die insgesamt 50 Sekunden des Reaktionszeitexperiments wurde eine Spektralanalyse für alle Lokalisationen (Fz, Cz, Pz, C3, C4) getrennt berechnet und die Power im  $\alpha$ -Band (8-12 Hz) bestimmt. Hier bestand die Annahme,

daß Augmenter aufgrund ihres höheren Bedürfnisses nach Stimulation in der niedrig-stimulativen Ruhephase einen höheren  $\alpha$ -Anteil aufweisen sollten als Reducer. Am Ende des Experiments bei der Reaktionszeitaufgabe wurde vermutet, daß die Reducer stärker ermüdet waren als die Augmenter und damit einen höheren  $\alpha$ -Anteil aufweisen sollten. In einer vier-faktoriellen Varianzanalyse mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Lokalisation und Meßzeitpunkt zeigten sich keine signifikanten Unterschiede weder in der Persönlichkeit (siehe Abb. 2.11), noch im Geschlecht. Zwar wiesen Augmenter in der Ruhephase und während der Reaktionszeitaufgabe auf Pz einen höheren  $\alpha$ -Anteil auf als Reducer, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant.

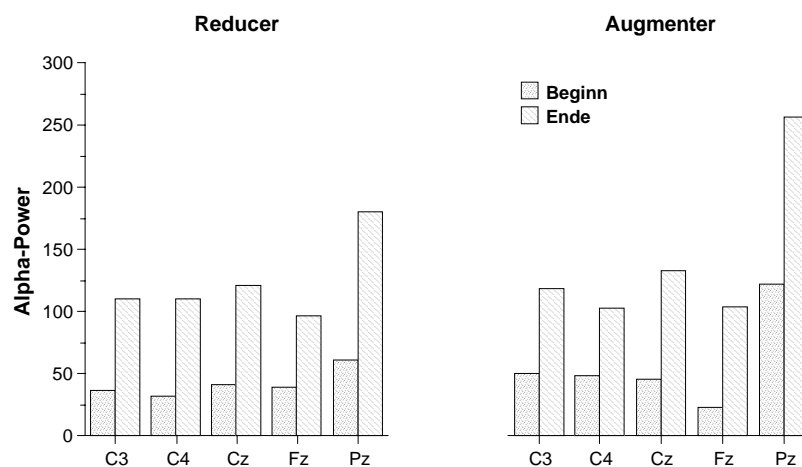


Abb. 2.11. Abgebildet ist die Power im  $\alpha$ -Band für die fünf Lokalisationen zu Beginn und am Ende des Experiments. Augmenter und Reducer unterschieden sich nicht. Es ist jedoch ersichtlich, daß der  $\alpha$ -Anteil auf Pz am höchsten war und am Ende des Experiments die Werte höher waren als zu Beginn.

Signifikante Haupteffekte der Lokalisation ( $F(4, 80) = 4,71; p < .05$ ) und des Meßzeitpunktes ( $F(1, 20) = 5,63; p < .05$ ) konnten hingegen ermittelt werden. Auf Pz wurde die größte  $\alpha$ -Power gefunden. Der Haupteffekt des Meßzeitpunktes bestand darin, daß jeweils zum Ende des Experiments eine größere  $\alpha$ -Power anzutreffen war als zu Beginn.

### Zusammenfassung der zentralnervösen Ergebnisse

Die Analysen der zentralnervösen Variablen zeigten keinen Effekt einer Transmarginalen Hemmung in der Gruppe der Reducer. In der  $P_1$ - $N_1$ -Komponente unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant voneinander. In der  $N_1$ - $P_2$ -Komponente und auch in der  $P_2$ -Komponente konnten hingegen Persönlichkeitsunterschiede besonders bei der höchsten Intensitätsstufe gefunden werden. Augmenter reagierten in diesen Komponenten schwächer als Reducer. Der Alpha-Anteil im EEG war zum Ende des Experiment höher als zu Beginn, jedoch zeigten sich keine Persönlichkeitsunterschiede in dieser Variable.



## 1.2.2 Peripher-physiologische Variablen

### EDA

Die fünf-faktorielle ANOVA mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Intensität, Durchgang (3-fach gestuft), und Trial (15-fach gestuft) für die Magnitude der elektrodermalen Reaktionen auf die Geräuscharbietung erbrachte signifikante Haupteffekte der Intensität ( $F(4, 80) = 11,26; p < .01$ ), des Durchgangs ( $F(2, 40) = 23,27; p < .01$ ), des Trial-Faktors ( $F(14, 280) = 21,04; p < .01$ ) und der Persönlichkeit ( $F(1, 20) = 6,45; p < .05$ ).

Erwartungsgemäß nahm die Magnitude der EDR mit zunehmender Reizintensität zu. Signifikant unterschieden sich die Magnituden der unteren drei Intensitäten (65, 75 und 85dB) von 105dB sowie die von 65 und 75dB von 95dB. Der Haupteffekt der Persönlichkeit war auf die generell geringere Reaktionsstärke in der Gruppe der Augmenter im Vergleich zu den Reducern zurückzuführen (siehe Abb. 2.11). Über die Durchgänge sowie innerhalb der Durchgänge über die Trials nahm die Magnitude der EDR ab. Signifikante zweifache Interaktionen zwischen Intensität und Durchgang ( $F(8, 160) = 5,34; p < .01$ ), Intensität und Trial ( $F(56, 1120) = 2,60; p < .05$ ) sowie Durchgang und Trial ( $F(28, 560) = 8,74; p < .01$ ) belegen, daß diese Abnahme sowohl von der Intensität als auch vom Durchgang abhängig war. Der Effekt der Persönlichkeit war - wie die signifikante 3-fache Interaktion zwischen Persönlichkeit, Geschlecht und Intensität ( $F(4, 80) = 2,92; p < .05$ ) belegt - geschlechts- und intensitätsabhängig.

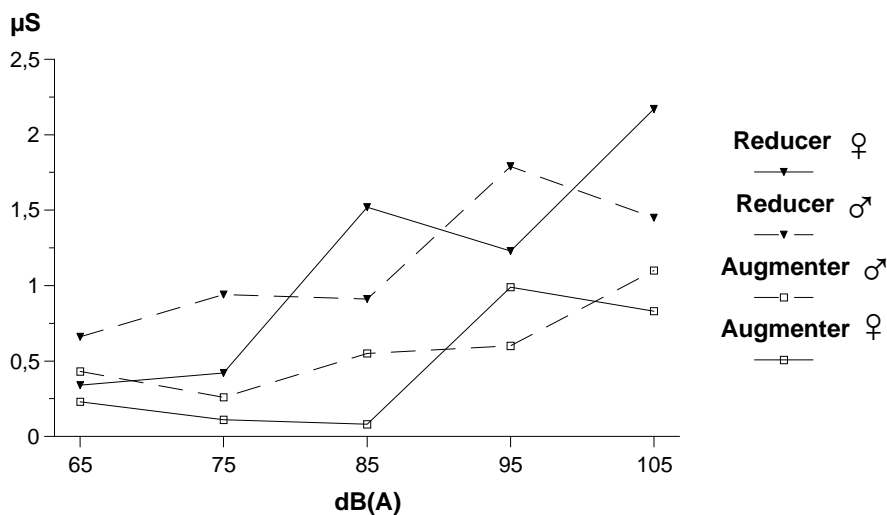


Abb. 2.12. Reaktionsmagnituden der Hautleitfähigkeit für männliche und weibliche Probanden. Reducer reagierten signifikant stärker als Augmenter. Dabei zeigten männliche Reducer von 95 auf 105dB(A) eine Abnahme der Magnituden, weibliche Reducer hingegen eine Zunahme.

Abbildung 2.12 zeigt, daß weibliche Augmenter bei einer Intensität von 65dB(A) bis 85dB(A) abnehmende Reaktionsmagnituden aufwiesen, während männliche Augmenter in diesem Intensitätsbereich kaum eine Veränderung zeigten. Deutlich unterschiedlich reagierten männliche und weibliche Reducer im höheren Intensitätsbereich. Männliche Reducer reagierten im

Bereich von 95dB(A) auf 105dB(A) mit einer Abnahme, während weibliche Reducer eine Zunahme der SCR-Magnituden zeigten. Diese unterschiedliche Reaktivität in den Gruppen der männlichen und weiblichen Reducer zeichnet verantwortlich für die Interaktion zwischen Persönlichkeit, Geschlecht und Intensität.

Als Indikator der Orientierungsreaktion wurde zusätzlich die Reaktion auf das jeweils erste Geräusch jeder Intensität analysiert. Hier konnte nur ein Haupteffekt der Intensität ( $F(4, 80) = 10,10$ ;  $p < .01$ ) beobachtet werden. Zwar wiesen auch hier Augmenter geringere Amplituden auf als Reducer, jedoch verfehlte dieser Unterschied das Signifikanzniveau.

Um zu überprüfen, ob die Persönlichkeitunterschiede in der elektrodermalen Aktivität auch in der Ausgangslage bestanden, wurde die Anzahl nicht-spezifischer Hautleitwertfluktuationen in der Ruhephase analysiert. Während der zweiminütigen Aufzeichnung der Ausgangslage zeigten Reducer eine fast doppelt so hohe Anzahl an Spontanfluktuationen wie Augmenter (14,17 vs. 7,5; siehe Abbildung 2.13). Der Haupteffekt der Persönlichkeit war signifikant ( $F(1, 20) = 5,09$ ;  $p < .05$ ). Unterschiede zwischen den Geschlechtern wurden nicht gefunden.

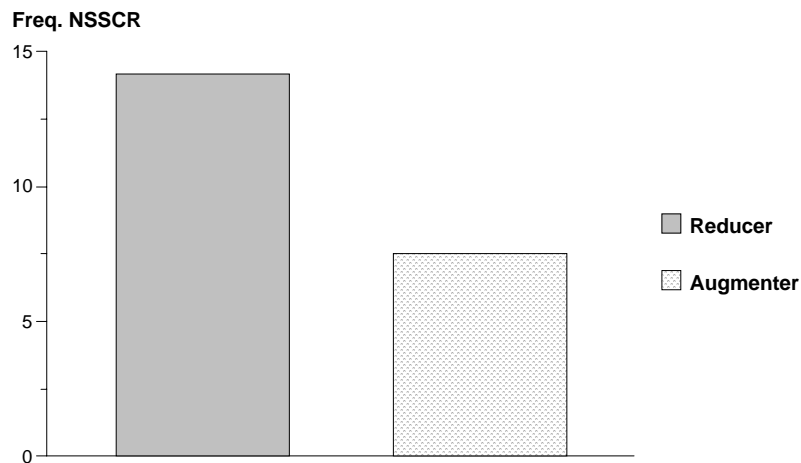


Abb. 2.13. Reducer zeigten in der Ruhephase eine erhöhte Anzahl nichtspezifischer Hautleitfähigkeitsfluktuationen im Vergleich zu Augmentern.

### EKG

In die Analyse der Geräuscharbietungsphase gingen die ersten vier Sekunden nach Reizbeginn ein. Zunächst wurde eine vier-faktorielle ANOVA mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Intensität und Sekunde (vier Stufen) gerechnet. Es zeigten sich signifikante Haupteffekte der Intensität ( $F(4, 80) = 10,26$ ;  $p < .01$ ) und der Sekunde ( $F(3, 60) = 16,56$ ;  $p < .01$ ). Der Haupteffekt der Intensität beruhte post hoc Analysen zufolge darauf, daß sich nur die unteren drei (65, 75, 85dB) von den oberen zwei Intensitäten (95, 105dB) signifikant unterschieden. Von 65 bis 85dB war ein Dezelerationsmuster vorherrschend, von 95 bis 105dB hingegen ein deutliches Akzelerationsmuster. Der Haupteffekt der Sekunde indizierte über alle Intensitäten in den ersten beiden Sekunden Dezeleration und den Sekunden drei und vier Akze-

leration. Dabei unterschieden sich alle Sekunden bis auf die erste und zweite und die dritte und vierte signifikant voneinander.

Weiterhin war die Interaktion zwischen Sekunde und Persönlichkeit tendenziell signifikant ( $F(3, 60) = 2,56; p < .1$ ). Dies war auf ein tendenziell langsames Einsetzen der Reaktion in der Gruppe der Augmenter zurückzuführen.

Weiterhin wurden separate Varianzanalysen für jede Intensitätsstufe durchgeführt. Abbildung 2.14 veranschaulicht die Herzratenverläufe der Augmenter und Reducer auf die fünf Reizintensitäten.

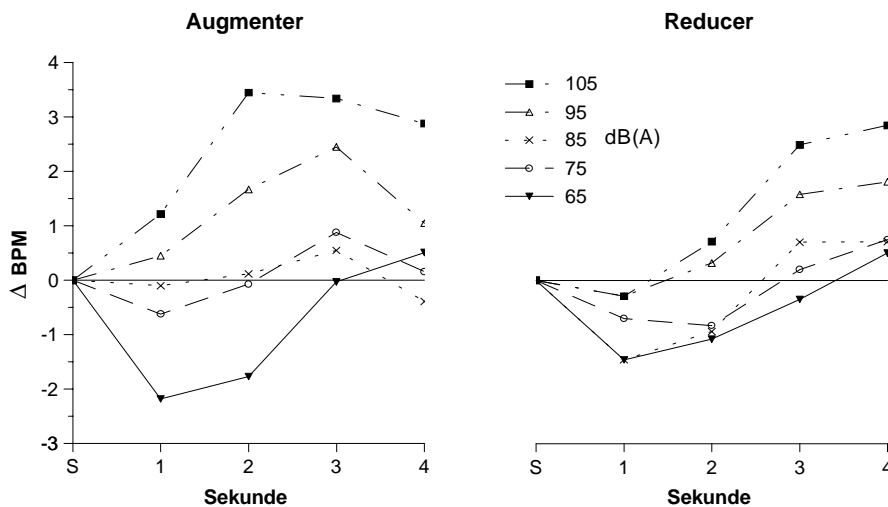


Abb. 2.14. Die Herzratenänderungen gegenüber der Baseline von Augmentern und Reducern auf die fünf Reizintensitäten (gemittelt über die jeweils ersten fünf Stimuli).

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, resultierten typische Verläufe. Für 65dB zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt der Sekunde ( $F(3, 60) = 11,69; p < .01$ ). Wie in der Abbildung 2.14 zu erkennen ist, war dies auf eine abnehmende Dezeleration von der ersten bis zur vierten Sekunde zurückzuführen. Die sich andeutende Interaktion zwischen Persönlichkeit und Sekunde (d. h. eine stärkere Dezeleration der Reducer) war nicht signifikant. Die Analyse über 75dB erbrachte ebenso nur einen signifikanten Haupteffekt der Sekunde ( $F(3, 60) = 4,37; p < .05$ ). Bei 85dB zeigte sich kein signifikanter Effekt der Sekunde. Wie zu erkennen ist, waren besonders in der Gruppe der Reducer die Herzratenänderungen nur sehr schwach ausgeprägt. Die Augmenter hingegen zeigten eine deutliche Dezeleration. Die sich andeutende Wechselwirkung zwischen Persönlichkeit und Sekunde verfehlte jedoch das Signifikanzniveau. Bei 95dB zeigte sich wiederum ein signifikanter Haupteffekt der Sekunde ( $F(3, 60) = 4,26; p < .05$ ). Beide Persönlichkeitsgruppen wiesen eine zunehmende Akzeleration auf. Die sich andeutende Interaktion zwischen Persönlichkeit und Sekunde, d. h. ein schnelleres Einsetzen der Reaktion bei den Reducern, war nicht signifikant. Schließlich war auf 105dB der Haupteffekt der Sekunde signifikant ( $F(3, 60) = 12,47; p < .01$ ). Weiterhin war der Haupteffekt des Ge-

schlechts signifikant. Weibliche Versuchsteilnehmer zeigten höhere Akzelerationswerte als männliche Teilnehmer. Ein Haupteffekt der Persönlichkeit war nicht zu beobachten. Allerdings war zu erkennen, daß die Reaktion der Augmenter später einsetzte als die der Reducer. Dies konnte durch die signifikante zweifach-Interaktion zwischen Persönlichkeit und Sekunde ( $F(3, 60) = 3,12; p < .05$ ) statistisch abgesichert werden.

Weiterhin wurde über die ersten fünf gemittelten Trials je Intensität die maximale Akzeleration und die maximale Dezeleration in den ersten vier Sekunden analysiert. Abbildung 2.15 zeigt die Ergebnisse für die Akzeleration.

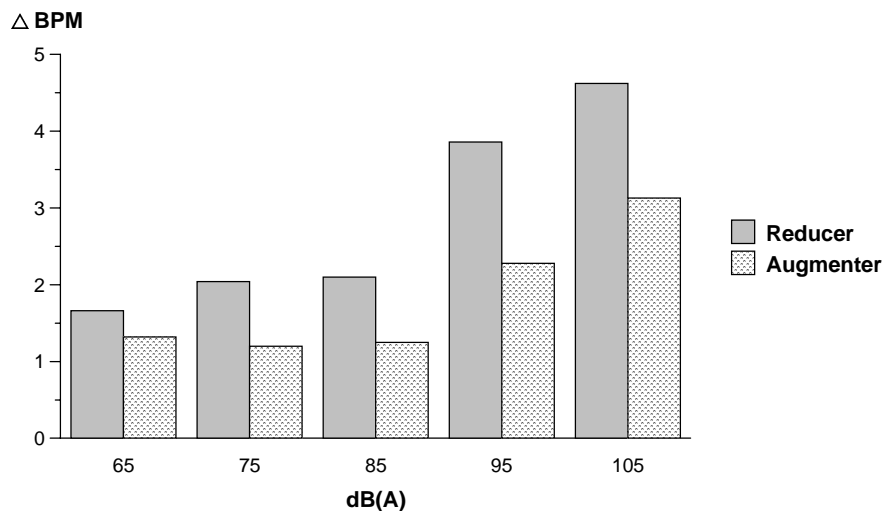


Abb. 2.15. Maximale Akzeleration über die ersten vier Sekunden nach Reizbeginn. Reducer wiesen über alle Intensitäten höhere Werte auf, dies war jedoch nur in der Tendenz signifikant.

Wie auf der Abbildung zu erkennen ist, ergab sich zum einen ein signifikanter Haupteffekt der Intensität ( $F(4, 80) = 9,13; p < .01$ ). Die unteren drei Intensitätsstufen (65 bis 85dB) unterschieden sich signifikant von den oberen zwei (95 und 105dB): Bei 95 und 105dB war die Akzeleration höher als bei 65 bis 85dB. Weiterhin war ein tendenzieller Haupteffekt der Persönlichkeit zu erkennen ( $F(1, 20) = 3,80; p < .1$ ). Über alle Intensitäten hinweg, waren bei den Reducern höhere Akzelerationswerte zu beobachten. Signifikante Geschlechtsunterschiede konnten nicht gefunden werden.

Hinsichtlich der maximalen Dezeleration konnte lediglich ein signifikanter Haupteffekt der Intensität ( $F(4, 80) = 3,81; p < .05$ ) festgestellt werden. Eine stärkere Dezeleration bei den moderaten Reizen (65 bis 85dB) war dafür verantwortlich.

Schließlich wurde die mittlere Herzfrequenz in der Prästimulus-Baseline analysiert. Eine MANOVA erbrachte einen signifikanten Haupteffekt des Geschlechts ( $F(1, 20) = 5,56; p < .05$ ). Weibliche Probanden wiesen eine im Mittel höhere Herzfrequenz auf als männliche

Teilnehmer. Abbildung 2.16 veranschaulicht die Herzratenverläufe in den Persönlichkeitsgruppen:

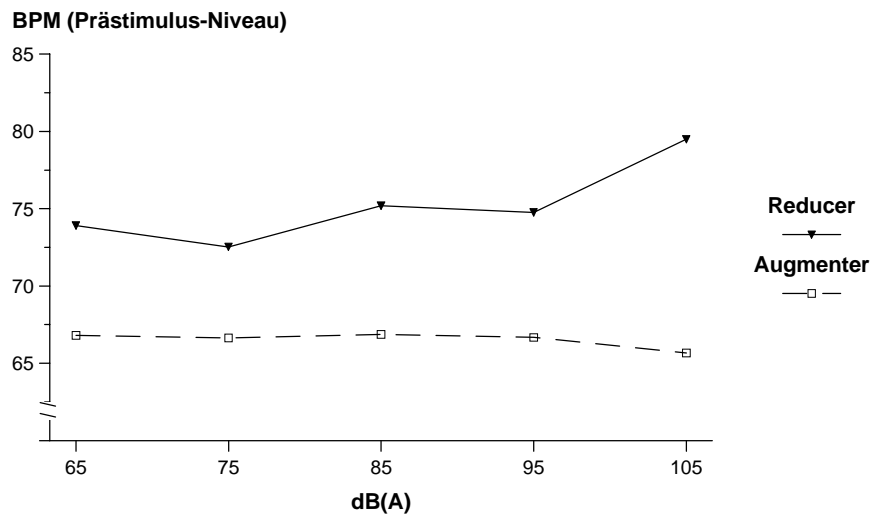


Abb. 2.16. Herzratenverläufe der Augmenter und Reducer in der Prästimulus-Baseline.

Wie aus der Abbildung hervorgeht, wiesen Reducer zwar eine im Mittel höhere Herzrate unmittelbar vor den Reizen auf als Augmenter, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant. Lediglich bei 105dB unterschieden sich die Gruppen in der Tendenz (Interaktion zwischen Persönlichkeit und Intensität:  $F(4, 80) = 2,60$ ;  $p < .1$ ).

Auch in der Ausgangslage konnten keine signifikanten Persönlichkeitsunterschiede ermittelt werden. Die Herzfrequenz beider Persönlichkeitsgruppen unterschied sich in der Ruhephase nur tendenziell ( $F(1, 20) = 3,01$ ;  $p < .1$ ). Augmenter wiesen niedrigere Werte auf ( $M = 64,79$ ;  $SD = 7,92$ ) als Reducer ( $M = 74,91$ ;  $SD = 18,91$ ). Ein Geschlechtseffekt konnte nicht beobachtet werden.

### Zusammenfassung der peripher-physiologischen Ergebnisse

In der Hautleitfähigkeit zeigte sich in der Ruhephase und der Geräuscharbietungsphase eine verminderte Reaktivität seitens der Augmenter. In der Herzfrequenz zeigten sich weniger eindeutige Befunde. Lediglich bei der höchsten Intensität zeigten Reducer ein früheres Einsetzen der Defensivreaktion als Augmenter.

## 1.2.3 Subjektive Daten

### *Lautheit und Valenz*

Bei der Beurteilung der Lautheit der Geräusche zeigte eine vier-faktorielle MANOVA mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Intensität und Durchgang (3-fach gestuft) erwartungsgemäß einen signifikanten Haupteffekt der Intensität ( $F(4, 80) = 182,96$ ;  $p < .01$ ) und einen signifikanten Haupteffekt der Persönlichkeit ( $F(1, 20) = 5,88$ ;  $p < .05$ ). Reducer beurteilten die Geräusche im Vergleich zu den Augmentern als lauter (siehe Abb. 2.17). Die signifikante

Wechselwirkung zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ( $F(1, 20) = 5,59; p < .05$ ) wies diesen Effekt jedoch als geschlechtsabhängig aus (siehe Abbildung 2.18). Post hoc-Tests zeigten, daß männliche Reducer die Geräusche als lauter einstufen im Vergleich zu männlichen Augmentern, jedoch nicht im Vergleich zu weiblichen Augmentern und Reducern.

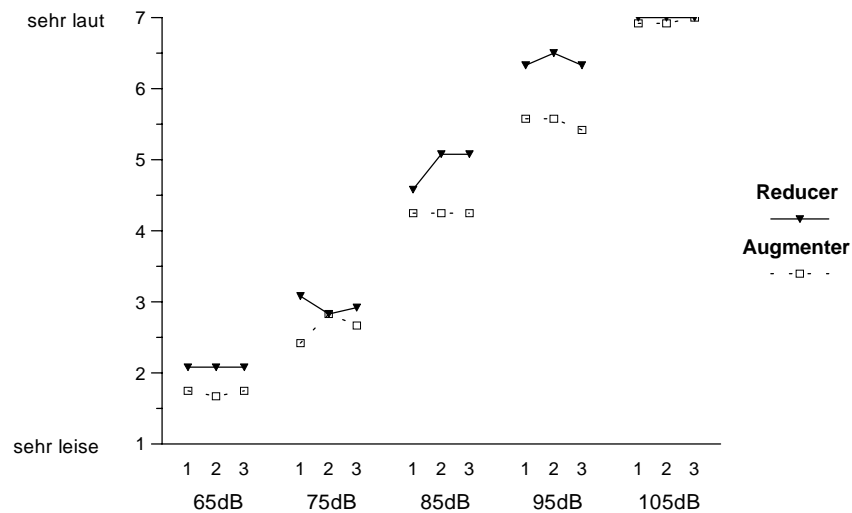


Abb. 2.17. Zu sehen ist die subjektiv wahrgenommene Lautheit der Geräusche. Neben dem Haupteffekt der Intensität ist auch ersichtlich, daß Reducer die Geräusche lauter einschätzten als Augmenter.

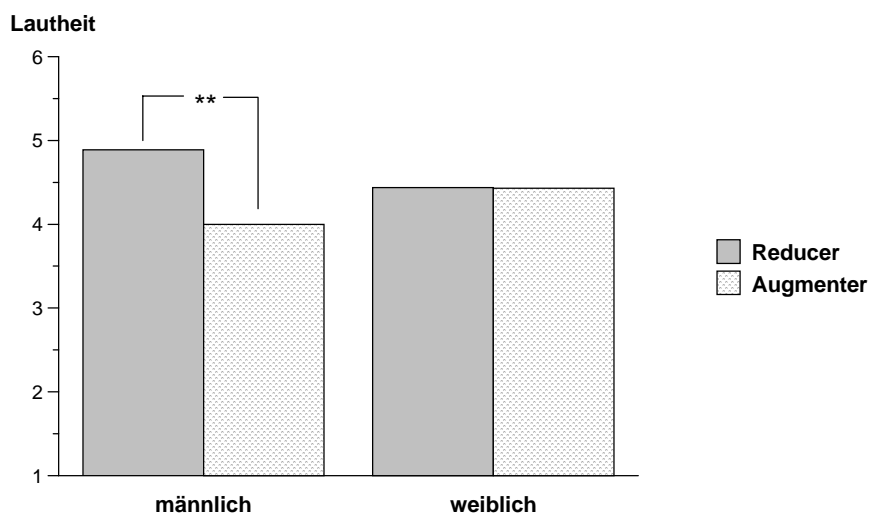


Abb. 2.18. Abgebildet ist die Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht. Nur bei den männlichen Probanden unterschieden sich Augmenter von Reducern.

Hinsichtlich der Valenz der wahrgenommenen Geräusche zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt der Intensität ( $F(4, 80) = 70,10; p < .01$ ) sowie einen signifikanten Haupteffekt der Persönlichkeit ( $F(1, 20) = 4,54; p < .05$ ). Augmenter stufen die Geräusche als weniger unangenehm ein im Vergleich zu Reducern (siehe Abbildung 2.19). Weiterhin ergab sich eine signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und Intensität ( $F(4, 80) = 2,68; p < .05$ ). Post hoc-

Tests ergaben, daß die männlichen Probanden die leiseren Geräusche (65dB(A) und 75dB(A)) als weniger angenehm einstufen im Vergleich zu den weiblichen Probanden. Die lauten Geräusche (95dB(A) und 105dB(A)) schätzten sie hingegen im Vergleich zu den weiblichen Personen als weniger unangenehm ein.

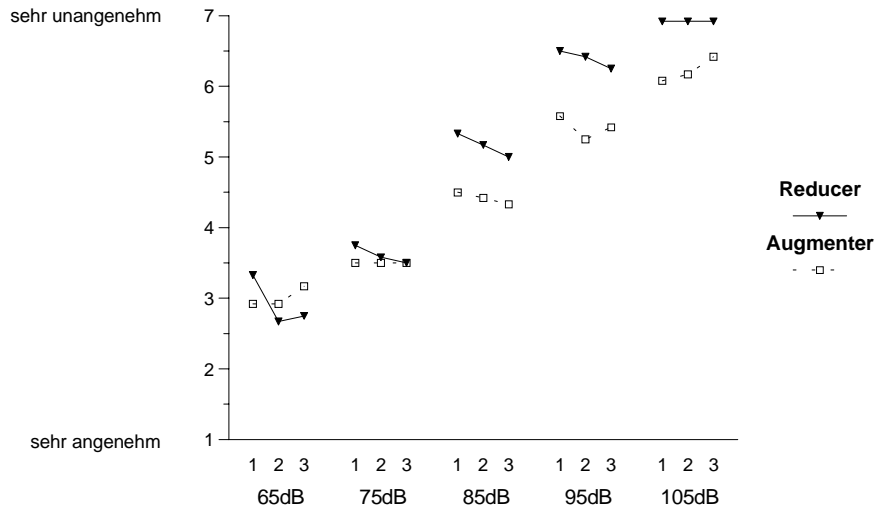


Abb 2.19. Abgetragen ist die wahrgenommene Valenz der Geräusche in Abhängigkeit von der Persönlichkeit. Augmenter empfanden vor allem die lauterer Geräusche (ab 85dB) als weniger unangenehm im Vergleich zu den Reducern. Eine Interaktion zwischen Persönlichkeit und Intensität konnte jedoch nicht beobachtet werden.

### Die subjektive Befindlichkeit (EMI)

Das subjektive Befinden wurde vor und nach dem Experiment gemessen. Abbildung 2.20 zeigt die Veränderungen der Probanden über die Zeit auf den vier Skalen.

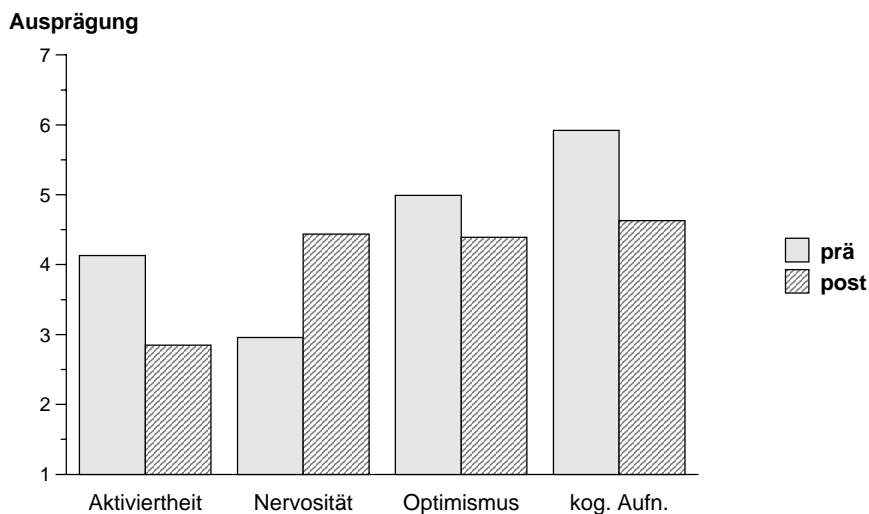


Abb. 2.20. Ausprägung der Probanden auf den Skalen „Aktiviertheit“, „Nervosität / Anspannung“, „Optimismus / Selbstsicherheit“ und „Kognitive Aufnahmefähigkeit“ vor und nach dem Experiment.

Signifikante Haupteffekte des Meßzeitpunktes fanden sich in allen vier Skalen. Die Werte in der Skala „Allgemeine Aktiviertheit“ nahmen ab ( $F(1, 20) = 9,73; p < .01$ ), ebenso wie die der Skala „Optimismus / Selbstsicherheit“ ( $F(1, 20) = 8,20; p < .01$ ) und die der „Kogn. Aufnahmefähigkeit“:  $F(1, 20) = 14,85; p < .01$ . Auf der Skala „Nervosität / Anspannung“ konnte hingegen ein Anstieg gefunden werden ( $F(1, 20) = 23,41; p < .01$ ), d. h. die Probanden wurden zum Ende des Experiments nervöser, zappeliger und unruhiger.

Weitere Effekte konnten in der Skala „Allgemeine Aktiviertheit“ beobachtet werden. Hier fand sich ein Haupteffekt des Geschlechts ( $F(1, 20) = 8,36; p < .01$ ). Männliche Probanden beschrieben sich als aktiver als weibliche Probanden. Dieser Effekt war allerdings abhängig von der Persönlichkeit, wie die zweifache Interaktion von Persönlichkeit und Geschlecht belegt ( $F(1, 20) = 4,55; p < .05$ ). Post hoc Tests ergaben, daß sich lediglich weibliche Reducer als weniger aktiviert beschrieben verglichen mit männlichen Reducern und Augmentern beiderlei Geschlechts. In beiden Geschlechtergruppen nahm die Aktiviertheit im Verlauf des Experimentes jedoch deutlich ab. In der Skala „Optimismus / Selbstsicherheit“ zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt der Persönlichkeit ( $F(1, 20) = 8,96; p < .01$ ). Die Augmenter beurteilten sich im Vergleich zu den Reducern als optimistischer. Dieser Effekt war jedoch abhängig vom Geschlecht, wie die signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht zeigt ( $F(1, 20) = 6,94; p < .05$ ). Während sich männliche Augmenter von männlichen Reducern in der Ausprägung des Optimismus nicht unterschieden, zeigten weibliche Augmenter eine höhere Ausprägung in dieser Variable als weibliche Reducer. Zudem waren weibliche Reducer weniger optimistisch als männliche Reducer (siehe Abb. 2.21).

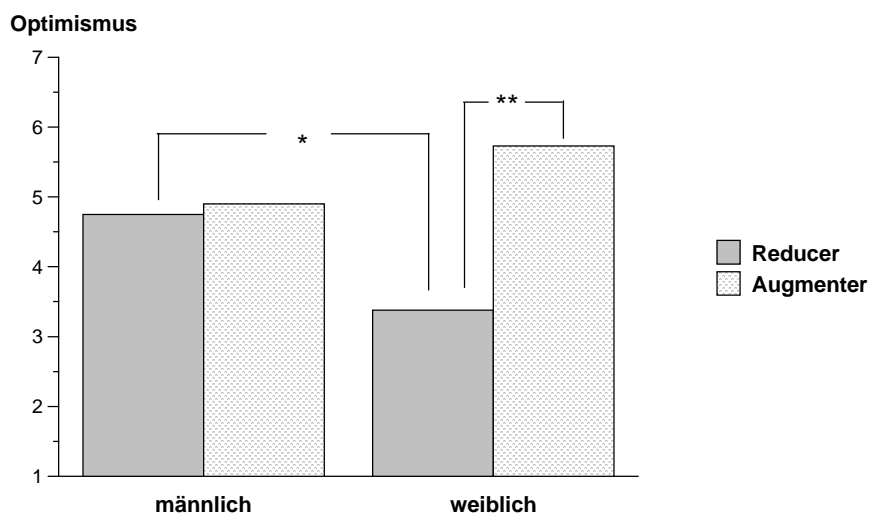


Abb. 2.21. Besonders weibliche Augmenter beschrieben sich als optimistischer im Vergleich zu weiblichen Reducern. Weibliche Reducer waren wiederum weniger optimistisch als männliche Reducer.

Die Analyse der Skalen „Kognitive Aufnahmefähigkeit“ und „Nervosität / Anspannung“ erbrachte neben dem Haupteffekt des Meßzeitpunktes keine weiteren signifikanten Effekte.



### 1.2.4 „subjektive“ Verhaltensdaten

Weiterhin interessierte die Frage, ob sich Reducer und Augmenter auch entsprechend der Erwartung verhalten, d. h. nehmen Augmenter nach eigenen Angaben z. B. mehr psychoaktive Substanzen ein als Reducer?

Erwartungsgemäß beantworteten signifikant mehr Augmenter die Frage nach gelegentlichem Alkoholkonsum mit „ja“ als Reducer ( $\chi^2 = 4,10$ ;  $p < .05$ ). Weiterhin konsumierten Augmenter mehr Kaffee als Reducer (3,8 Tassen pro Tag vs. 2 Tassen pro Tag). Dieser Unterschied war jedoch nur tendenziell signifikant ( $t(14,85) = 1,99$ ;  $p < .10$ ). Abbildung 2.22 veranschaulicht den erhöhten Konsum alkoholischer Getränke bei Augmentern.

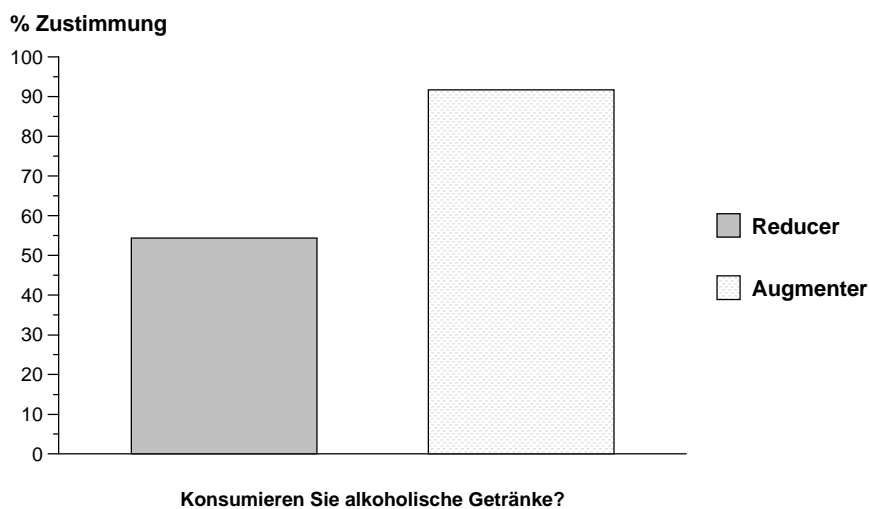


Abb. 2.22. Nahezu alle Augmenter (91,7 %) gaben an, Alkohol zu konsumieren, wohingegen das nur etwa die Hälfte aller Reducer (54,4 %) angaben.

Auf die Fragen nach dem Rauchen, gelegentlichem Drogen- und Medikamentenkonsum sowie nach der tatsächlichen bzw. erwünschten Schlafdauer konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ermittelt werden.

### 1.2.5 Reaktionszeitexperiment

#### Reaktionszeit

Zwei Reducer bearbeiteten die Aufgabe nicht korrekt, so daß diese aus der Analyse der Reaktionszeiten herausfallen mussten. Die mittlere Reaktionszeit auf den Wechsel in der Farbe des Bildschirms betrug in der Gruppe der Augmenter 564,83 ms (SD = 64,94), in der Gruppe der Reducer 658,28 ms (SD = 116,71). Dieser Unterschied war signifikant ( $F(1, 18) = 5,45$ ;  $p < .05$ ). Die Augmenter reagierten in den zehn Reaktionszeitdurchgängen signifikant schneller als die Reducer (siehe Abb. 2.23). Signifikante Geschlechtsunterschiede konnten nicht beobachtet werden.

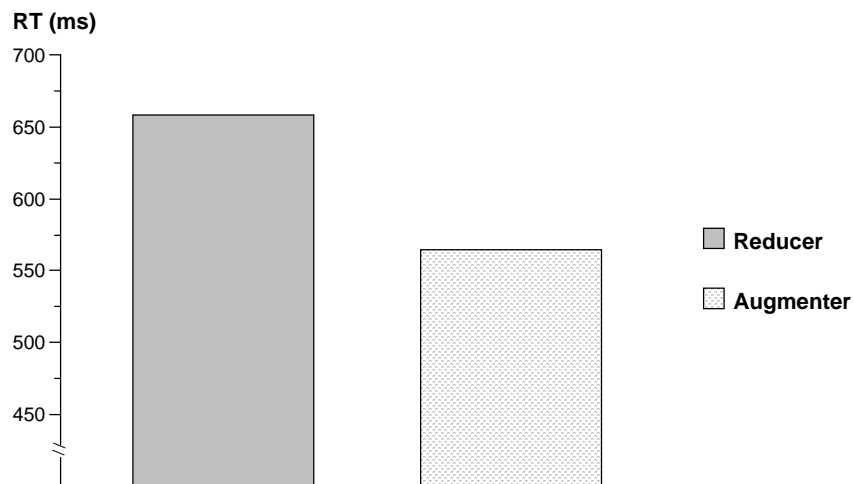


Abb. 2.23. Augmenter waren in der einfachen Reaktionszeitaufgabe fast 100 ms schneller als Reducer.

### Die autonome Aktivierung in der Warnphase

In der Reaktionszeitaufgabe wurde die Anzahl nicht-spezifischer Hautleitwertsreaktionen und die mittlere Herzfrequenz in der Reaktionsvorbereitungsphase gemessen. Hier zeigten Augmenter sowohl eine signifikant geringere Anzahl nicht-spezifischer Hautleitwertsfluktuationen ( $F(1, 20) = 4,56$ ;  $p < .05$ ), als auch eine niedrigere Herzrate im Vergleich zu Reducern ( $F(1, 20) = 5,36$ ;  $p < .05$ ). Reducer zeigten im Mittel 4,83 Spontanfluktuationen ( $SD = 4,15$ ), Augmenter 2,00 ( $SD = 2,13$ ). Die mittlere Herzfrequenz in der Warnphase der Reaktionszeitaufgabe betrug in der Gruppe der Reducer im Mittel 74,98 Schläge pro Minute ( $SD = 19,33$ ), in der Gruppe der Augmenter 60,92 Schläge pro Minute ( $SD = 7,96$ ). Abbildung 2.24 fasst die Ergebnisse zusammen.

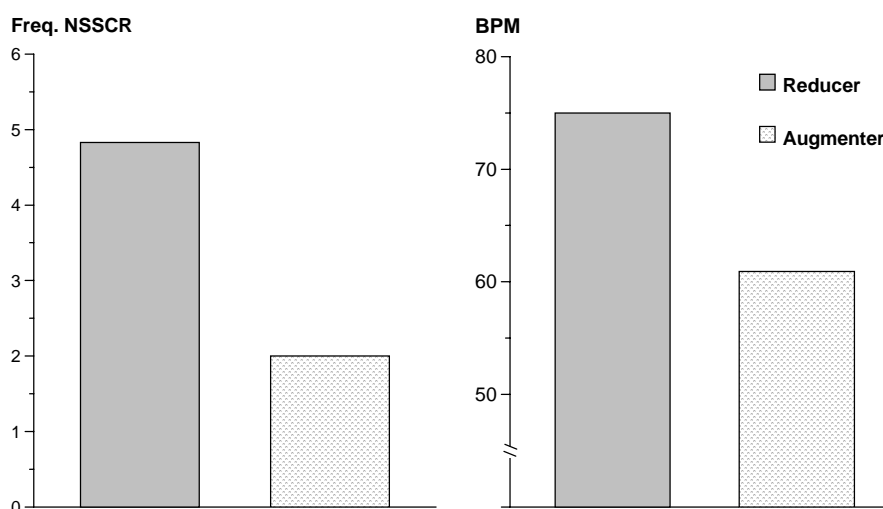


Abb. 2.24. Autonome Aktivierung während der Warnphase der Reaktionszeitaufgabe bei Augmentern und Reducern.

Signifikante Geschlechtseffekte konnten nicht beobachtet werden.

### 1.2.6 Zusammenfassung

Im folgenden sollen tabellarisch die wesentlichen Ergebnisse dieses Experiments vereinfacht aufgelistet werden. Dabei sollen besonders jene Ergebnisse Berücksichtigung finden, die Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern betreffen.

Tab. 2.5. Vergleiche zwischen Augmentern und Reducern in Abhängigkeit von Situationen und abhängigen Variablen. Werte in Klammern weisen auf ein tendenziell signifikantes Ergebnis hin.

Situationen	aV	Effekt
Augmenting-Reducing Paradigma	P <sub>1</sub> -N <sub>1</sub>	A = R
	N <sub>1</sub> -P <sub>2</sub>	A < R
	P <sub>1</sub>	A = R
	N <sub>1</sub>	A = R
	P <sub>2</sub>	A < R
	EDA	A < R
	HR-Akzeleration	(A < R)
	HR-Dezeleration	A = R
	subj. Einschätzung der Lautheit	A < R
	subj. Einschätzung der Valenz	A < R
Reaktionszeitexperiment	Reaktionszeit	A < R
	EDA (NSSCR)	A < R
	HR	A < R
Ruhe	EDA (NSSCR)	A < R
	HR	(A < R)
Ruhe und Reaktionszeitexperiment	Power im $\alpha$ -Band	A = R
Emotionalitätsinventar	allg. Aktiviertheit	A = R
	Nervosität / Anspannung	A = R
	Optimismus / Selbstsicherheit	A > R
	kogn. Aufnahmefähigkeit	A = R
subjektives Verhalten	Alkoholkonsum	A > R
	Kaffeekonsum	(A > R)
	Drogenkonsum	A = R
	Medikamentenkonsum	A = R
	Schlafdauer	A = R
	Schlafbedürfnis	A = R

Summarisch betrachtet sind also die hier untersuchten Augmenter Personen, die auf intensive Stimulation mit der N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>-Komponente, der P<sub>2</sub>-Komponente, der EDA und der Herzfrequenz geringer reagierten verglichen mit Reducern. Weiterhin nahmen sie die Stimulation als nicht so intensiv und unangenehm war und waren selbst in der Ruhephase elektrodermal weniger reaktiv als Reducer. In der Reaktionszeitaufgabe waren Augmenter schneller und peripher-physiologisch weniger erregt. In der emotionalen Befindlichkeit waren sie optimistischer / selbstsicherer als Reducer. Darüberhinaus gaben sie an, häufiger alkoholische Getränke zu konsumieren.

## 1.3 Diskussion Experiment 1

### 1.3.1 Das Augmenting-Reducing Paradigma

Vorrangiges Ziel dieses Experimentes war es zu prüfen, ob nach der RAS klassifizierte Augmenter einen „Augmenting-Verlauf“ in den evozierten Potentialen mit steigender Reizintensität zeigen und Reducer einen „Reducing-Verlauf“, d. h. eine Abnahme der Reaktionsstärke mit zunehmender Reizintensität. Weiterhin interessierte der bisher wenig untersuchte Zusammenhang zwischen Augmenting-Reducing und der peripher-physiologischen und subjektiven Reaktivität. Hier wurde erwartet, dass Augmenter bei hohen Reizintensitäten eher ein Orientierungsreaktionsmuster mit einer verminderten Lautheitseinschätzung zeigen würden, wohingegen bei den Reducern ein Defensivreaktionsmuster vorherrschen sollte mit einer erhöhten Lautheitseinschätzung.

Der erwartete Zusammenhang zwischen dem Persönlichkeitsmerkmal und den Reaktionen in der  $P_1$ - $N_1$ -Amplitude ließ sich mit den hier verwendeten akustischen Reizen nicht nachweisen. Die Reducer (Petries Augmenter) wurden bei hohen Reizintensitäten nicht zu AEP-Reducern und die Augmenter (Petries Reducer) nicht zu AEP-Augmentern, wie das von Dragutinovich (1987b) oder von Davis et al. (1983) vermutet wurde. Eher das Gegenteil war der Fall: Augmenter wiesen niedrigere Amplituden auf als Reducer. In den  $N_1$ - $P_2$ -Amplituden zeigten sich noch deutlichere Persönlichkeitsunterschiede, ebenfalls entgegen der erwarteten Richtung: Reducer reagierten stärker als Augmenter, besonders bei hoher Reizintensität. Das postulierte Einsetzen einer Transmarginalen Hemmung in der Gruppe der Reducer konnte also nicht beobachtet werden, obwohl die verwendeten Reize komplex waren (weißes Rauschen), längerdauernd (500 ms) und in ihrer maximalen Intensität sehr hoch (max. 105dB). Die hieraus resultierende Reizenergie war sicherlich höher als in jeder anderen Untersuchung und hätte bei weitem ausreichen müssen, in der Gruppe der Reducer eine Schutzhemmung zu provozieren (siehe z. B. Brocke et al., 1999 oder Orlebeke et al., 1989). Auch bei einer nachträglich durchgeführten Analyse der Steigungskoeffizienten, die herkömmlicherweise zur Klassifikation in Augmenter und Reducer herangezogen werden (siehe Seite 16 ff.), zeigten sich nahezu keine Reducing-Verläufe. Von den insgesamt 24 Versuchspersonen wies sowohl in der  $P_1$ - $N_1$ -Komponente als auch in der  $N_1$ - $P_2$ -Komponente nur eine Person einen negativen Koeffizienten auf Cz auf. Die meisten Reducing-Verläufe konnten auf Fz beobachtet werden. Hier waren es in der  $P_1$ - $N_1$  zwei und der  $N_1$ - $P_2$  drei Probanden, die negative Steigungskoeffizienten oder solche nahe null aufwiesen. Ein solches Resultat läßt die Ausbildung einer Transmarginalen Inhibition in der auditiven Modalität fraglich erscheinen (siehe auch Bartussek, 1984; Blenner & Yingling, 1993; Carillo de la Paña, 1999, Lolas et al., 1987; Lukas & Mullins, 1983). Der Befund, dass es nicht die frühe  $P_1$ - $N_1$ -Komponente, sondern die spätere Komponente  $N_1$ - $P_2$  war, die Zusammenhänge zur Persönlichkeit erkennen ließ, entspricht den neueren Arbeiten zum Augmenting-Reducing (z. B. Brocke et al., 1999, Hegerl et al., 1989; Orlebeke et al.,

1989). Darüberhinaus wird die Validität dieser Komponente als möglicher Marker von Persönlichkeitsunterschieden mehr und mehr belegt durch die Untersuchungen der Gruppe um Hegerl zum Serotoninhaushalt (Hegerl & Juckel, 1994; Hegerl et al., 1992). Ihnen zufolge geht ein Augmenting-Muster im EEG (wie es die Reducer in Experiment 1 zeigten) mit einem serotonergen Defizit einher (siehe auch Juckel et al., 1997 oder von Knorring & Perris, 1981). Hegerl und Juckel (1994) sehen in der Intensitätsabhängigkeit des EPs sogar einen dignostischen Marker für die zentralnervöse serotonerge Aktivität. Diese Vermutung wird erhärtet durch eine aktuelle Studie von Croft, Baldeweg, Klugman, Mahalingham und Gruzelier (1999). Sie konnten bei Ecstasy-Konsumenten eine stärkere Intensitätsabhängigkeit (= mehr Augmenting) in der N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub> Amplitude beobachten. Ecstasy gilt als Substanz, die die Funktion serotonerger Neurone beeinträchtigt. Würde man die Serotoninhypothese auch auf die hier gefundenen Ergebnisse übertragen, so müsste gefolgert werden, dass bei den hier untersuchten Augmentern, die ja in dieser Untersuchung eine schwächere Intensitätsabhängigkeit (d. h. einen geringeren Reaktivitätsanstieg) aufwiesen, die Verfügbarkeit von Serotonin erhöht sein müsste. Nach Ansicht der meisten Autoren wäre jedoch das Gegenteil zu erwarten (siehe auch Zuckerman, 1991): Wenig Serotonin soll in Verbindung stehen mit Enthemmtheit (Disinhibition) und der Psychotizismus-Skala von Eysenck. Die meisten Studien, die Augmenting-Reducing und das Serotoninvorkommen untersuchten, operierten jedoch mit kurzen Interstimulusintervallen. Da Variationen des ISIs - wie bereits in Abschnitt 1.3 auf Seite 16 ff.) ausgeführt - zu sehr unterschiedlichen Reaktionsverläufen führen können, ist eine Generalisierung der Serotoninbefunde auf die hier durchgeführten Experimente nur unter Vorbehalt möglich. Hier wären weitere Untersuchungen zu fordern.

Weiterhin waren die hier gefundenen kortikalen Reaktivitätsunterschiede nicht auf eine spezifische Lokalisation beschränkt, sondern zeigten sich auf allen fünf Lokalisationen. Dies spricht gegen die Annahme, dass Cz die beste Lokalisation zur Trennung von Augmentern und Reducern ist, wie dies u. a. von Buchsbaum (1976) vorgeschlagen worden ist. Aussagen über die Reaktionsverläufe auf primärsensorischen Arealen konnten mit dieser Studie jedoch nicht gemacht werden, da nicht von temporalen Lokalisationen abgeleitet wurde, die für die auditive Modalität spezifische Areale darstellen (z. B. Hegerl & Juckel, 1994). Aus methodenkritischen Gründen ist in dieser Arbeit auf den Steigungskoeffizienten zur Beschreibung der Reaktionsverläufe verzichtet worden (siehe Abschnitt 1.3, Seite 16 ff.). Wäre auch hier der Steigungskoeffizient gewählt worden, so hätten sich keine signifikanten Zusammenhänge mit der Persönlichkeit ergeben: So zeigte eine nachträglich durchgeführte Analyse der Daten mittels Steigungskoeffizienten, dass die so gefundenen Ergebnisse nicht unbedingt mit einer varianzanalytischen Auswertung übereinstimmen: Für die P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub>-Komponente auf Cz konnte eine Korrelation mit der RAS von  $r = .05$ , für die N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>-Komponente von  $r = -.26$  (beide nicht signifikant) beobachtet werden. Auch für die übrigen Lokalisationen zeigten sich keine signifikanten Korrelationen. Somit wäre diese Studie zu dem gleichen Ergebnis gekommen wie die in Abschnitt 1.4 (Seite 24 ff.) besprochenen Studien, die keine deutlichen Zusammenhänge

zwischen der RAS und den EP-Kurvenverläufen finden konnten, wenn Fragebogendaten und der Steigungskoeffizient korrelativ zueinander in Beziehung gesetzt werden. Da die varianzanalytische Auswertung deutlich unterschiedliche Reaktivitätsverläufe zwischen Augmentern und Reducern aufzeigen konnte, muss davon ausgegangen werden, dass der Steigungskoeffizient keine angemessene Operationalisierung darstellte, was in Übereinstimmung mit zahlreichen Autoren steht (Barratt, 1993; Braden, Haier, Robinson & Space, 1983, zit. nach Carillo-de-la-Peña, 1992; Carillo-de-la-Peña, 1992; Carillo-de-la-Peña & Barratt, 1993; Connolly und Gruzelier, 1982; Dragutinovich, 1987c; Iacono, Gabbay & Lykken, 1982; Soskis & Shagass, 1974).

Die höhere kortikale Reaktivität der Reducer ließ sich auch in der Hautleitfähigkeit wiederfinden. In Reaktion auf die Geräusche zeigten Reducer über den gesamten Intensitätsbereich hinweg höhere Amplituden im Vergleich zu den Augmentern. Zwar kam es hier bei männlichen Reducern im oberen Intensitätsbereich zwischen 95dB(A) und 105dB(A) zu einer signifikanten Abnahme der Reaktionsmagnituden, was vermuten läßt, dass sich in den Hautleitfähigkeitsreaktionen zumindest bei männlichen Personen bei hohen Reizintensitäten eine Art Schutzhemmung abbildete. Allerdings sind die Untersuchungsgruppen sehr klein, so dass eine weitreichende Interpretation dieses Befundes nicht angemessen erscheint. Zudem liegen bislang zu diesem peripher-physiologischen Indikator zu wenige Untersuchungen vor, so dass eine vergleichende Beurteilung und Bestätigung dieser Annahme offen bleiben muß.

In der Herzfrequenz ließ sich bei den Reducern das erwartete frühere Umkippen des Reaktionsmusters von einer OR bei schwächeren Reizen hin zu einer DR bei den intensiveren Reizen nicht beobachten. Ein Hinweis auf eine höhere Reaktivität in der Gruppe der Reducer im Vergleich zu den Augmentern fand sich jedoch in der tendenziell früher einsetzenden Akzeleration. Dies war vor allem bei den lautesten Geräuschen zu beobachten; hier zeigten Augmenter in der ersten Sekunde nach Reizbeginn eine Dezeleration, Reducer hingegen eine deutliche Akzeleration. Dieses Ergebnis entspricht den Resultaten Zuckermans und seiner Kollegen (Zuckerman et al., 1988), die höhere Akzelerationen in der Gruppe der Reducer berichteten. Beide peripher-physiologischen Maße lassen sich demnach als Indikator einer erhöhten Reagibilität gegenüber Umweltreizen interpretieren.

Auch auf subjektiver Ebene bestätigte sich der Eindruck erhöhter Reaktivität in der Gruppe der Reducer. Sie schätzten die Geräusche als lauter und als unangenehmer ein als Augmenter. Zu Beginn und am Ende des Experiments waren sie weniger optimistisch (vgl. auch Barnes, 1985) als die Augmenter. Die subjektiven Einschätzungen der Reducer stehen also in Übereinstimmung mit der erhöhten physiologischen Reaktivität. Darüberhinaus schien die sich bei den Augmentern abbildende verminderte Reaktivität in den psychophysiologischen und subjektiven Variablen nicht nur unter Stimulation zu bestehen. Auch in der Ausgangslage zeigten sich ähnliche Unterschiede: Augmenter wiesen weniger Spontanfluktuationen als Reducer auf und zeigten zumindest in der Tendenz eine geringere Herzrate. Auch die Ergebnisse im

Spontan-EEG gingen in eine ähnliche Richtung - auch wenn dies nicht signifikant war: Augmenter wiesen einen etwas höheren  $\alpha$ -Anteil auf als Reducer. Diese Befunde können dahingehend interpretiert werden, dass Augmenter vor dem Experiment psychophysiologisch weniger aktiviert waren als Reducer.

Die hier angeführten Ergebnisse sind also in sich gesehen stimmig: Die Augmenter zeigten eine verminderte psychophysiologische Reaktivität sowohl auf Stimulation als auch in der Ruhephase. Sie schätzten die Geräusche insgesamt als leiser und weniger unangenehm ein verglichen mit Reducern. Auch das von den Probanden selbst eingeschätzte Verhalten erscheint plausibel: Augmenter gaben an, mehr Alkohol und in der Tendenz mehr Kaffee zu trinken als Reducer. Dieses Ergebnis entspricht zahlreichen Untersuchungen über den Konsum psychoaktiver Substanzen in diesen Persönlichkeitsgruppen (vgl. Barnes, 1985, 1976; Kohn et al., 1985; Zuckerman, 1994) und bestätigt indirekt die vorgenommene Klassifizierung in Augmenter und Reducer. Zwar erscheint der erhöhte Alkoholkonsum der Augmenter vor dem Hintergrund der herabgesetzten psychophysiologischen Aktivierung zunächst nicht plausibel, da die sedierende Wirkung von Alkohol die Hyporeaktivität noch verstärken würde und damit einem kompensatorischen Verhaltensstil widersprechen würde. Zuckerman (1994) führt jedoch an, dass es eher der Wunsch nach alternierenden Bewußtseinszuständen ist, der bei Augmentern handlungsrelevant wird. Keine Unterschiede zeigten sich jedoch bzgl. des Zigaretten-, Medikamenten- und Drogenkonsums sowie der Schlafgewohnheiten. Da besonders amerikanische Studien von solchen Zusammenhängen berichten (z. B. Davis et al., 1984), muß vermutet werden, dass evtl. kulturelle Unterschiede bestehen. Bezüglich des Drogenkonsums ist das Ergebnis jedoch besonders unerwartet, kann aber dadurch erklärt werden, dass die Probanden in diesem Experiment insgesamt nur sehr selten angaben, Drogen zu nehmen. So bestätigten lediglich ein Reducer und zwei Augmenter gelegentlichen Drogenkonsum. Bei einer größeren Stichprobe wäre zu erwarten, dass durchaus Unterschiede in der erwarteten Richtung bestehen sollten.

Trotz der insgesamt plausibel erscheinenden Befunde, bleiben die Ergebnisse in den evozierten Potentialverläufen überraschend: Obwohl die Untersuchung genug Anhaltspunkte dafür liefert, dass die richtigen Probanden selektiert wurden, konnten die Ergebnisse z. B. von Lukas (1987), Zuckerman et al. (1974), Hegerl et al. (1989) oder Orlebeke et al. (1989) nicht bestätigt werden. Vor diesem Hintergrund erscheint es zunächst notwendig, auf Unterschiede zwischen dieser Arbeit und den meisten anderen Studien zum Zusammenhang zwischen EP-Augmenting-Reducing und verschiedenen auf Q-Daten basierenden Persönlichkeitsdimensionen hinzuweisen.

Ein entscheidender Unterschied zu vielen anderen der in den Abschnitten 2.2 und 2.3 (Seite 36 ff.) diskutierten Untersuchungen besteht in der Zuweisung der abhängigen und unabhängigen Variablen. In dieser Studie war die unabhängige Variable die nach der R-A-Skala selektierten extremen Augmenter und Reducer, die physiologischen Maße stellten die abhängigen



Variablen dar. In vielen anderen Untersuchungen wurde hingegen entweder eine korrelative Herangehensweise gewählt oder es erfolgte eine Extremgruppenselektion anhand der EP-Reaktionsverläufe. Jene Studien, die ebenso eine auf Q-Daten basierte Extremgruppenselektion durchführten, sollen im folgenden dieser Studie gegenübergestellt werden. Leider gibt es jedoch keine Arbeiten, die hierzu die RAS heranzogen (siehe Abschnitt 1.4 Seite 24 ff.), so dass im Folgenden der Vergleich mit Studien zum Sensation Seeking oder Disinhibition erfolgen soll.

Orlebeke et al. (1989) selegierten hoch- und niedrig-Disinhibierte anhand der Sensation Seeking Skala von Zuckerman und überprüften deren Reaktionsverläufe in der eher unüblichen P<sub>2</sub>-Komponente. Als Reize verwendeten sie Töne bis 110 dB (50 ms Dauer) mit kürzeren Interstimulusintervallen (3 bis 4 Sekunden) und konnten beobachten, dass - obwohl bei beiden Persönlichkeitgruppen eine Amplitudenverminderung bei der höchsten Intensität zu verzeichnen war - hoch-Disinhibierte einen steileren Amplitudenanstieg mit zunehmender Reizintensität zeigten. Somit steht ihr Ergebnis in Kontrast zu dem hier gefundenen. Die Probanden von Orlebeke et al. waren jedoch wesentlich jünger als die hier untersuchten Personen (zwischen 18 und 22 Jahren) und zur Parametrisierung der P<sub>2</sub>-Komponente verwendeten die Autoren eine Hauptkomponentenanalyse. Die unterschiedliche Art der Parametrisierung scheint jedoch kein Grund für die heterogenen Ergebnisse zu sein: Auch eine auf diesen Daten basierende nachträglich durchgeführte Hauptkomponentenanalyse erbrachte keine mit Orlebeke et al. übereinstimmenden Ergebnisse. Somit könnten die divergierenden Ergebnisse nur auf das unterschiedliche Alter der Versuchspersonen oder aber auch auf die verschieden langen Interstimulusintervalle zurückgeführt werden. In der Studie von Orlebeke et al. wird darüberhinaus auch deutlich, welche entscheidende Rolle die herangezogene Komponente zur Beschreibung der Kurvenverläufe spielt: Betrachtet man die in der Publikation dargestellten Grand Averages der Versuchsteilnehmer, so ist zu erkennen, dass nach Analyse der N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>-Komponente keine Unterschiede mehr zwischen den Gruppen bestehen sollten und nach ausschließlicher Berücksichtigung der P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub>- oder N<sub>1</sub>-Komponente sogar die niedrig-Disinhibierten höhere Amplituden zeigten. Leider werden von den Autoren zu diesen Komponenten jedoch keine Ergebnisse berichtet. Eine weitere Arbeit, in der Extremgruppen auf ihre Reaktionsverläufe hin untersucht wurden, stammt von Blenner (1993, siehe auch Abschnitt 1.6, Seite 48). Blenner verwendete längerdauernde Lichtreize (500 ms) in einem eher niedrigeren Intensitätsbereich. Als Probanden wurden u. a. Personen selegiert, die Risikosportarten seit mindestens einem Jahr ausübten (Drachenflieger, Tiefseetaucher etc.). Blenner konnte beobachten, dass diese Thrill Seeker deutlich flachere N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>-Amplituden zeigten als normale Kontrollen; ein Ergebnis, das mit dem hier Gefundenen übereinstimmt. Da die RAS auch deutlich mit der TAS-Subskala korreliert (siehe Abschnitt 2.3, Seite 43), ist es sehr wahrscheinlich, dass diese Thrill Seeker auch eher Augmenter nach der RAS waren. Einer durchgeführten Fragebogenanalyse zufolge korrelieren die RAS und die TAS zu  $r = .62$  miteinander ( $n = 180$ ). Paradoxerweise fand Blenner jedoch auch eine signifikant positive Korrelation zwischen der P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub>-Komponente

und der Disinhibitions-Skala des Sensation Seeking Fragebogens. Demnach waren hoch-Disinhibierte in dieser Komponente eher Augmenter. Leider geht Blenner in ihrer Arbeit nicht weiter auf diesen Widerspruch ein. Dieses Ergebnis unterstreicht indes - wie das Ergebnis von Orlebeke et al. - das Problem der adäquaten Komponentenwahl in Augmenting-Reducing Anordnungen.

Zwei weitere Studien sollen erwähnt werden, die eine Extremgruppenselektion anhand der EP-Kurvenverläufe wählten. Auch ein solches Vorgehen sollte zu ähnlichen Klassifikationen wie eine Fragebogenselektion führen. Die Arbeiten von Zuckerman und Kollegen (1988) beruhen auf nicht-EOG-korrigierten Daten von ausschließlich männlichen Probanden. In dieser Arbeit waren die Ergebnisse heterogen. Der Zusammenhang zwischen Disinhibition und Augmenting war abhängig von der Modalität und der Dauer der verwendeten Interstimulusintervalle. In der auditiven Modalität wiesen hoch-Disinhibierte nur bei kurzen Interstimulusintervallen einen steileren Amplitudenanstieg auf. Bedauerlicherweise ist den Arbeiten Zuckermans nicht die Altersverteilung in den Gruppen der hoch- bzw. niedrig-Disinhibierten zu entnehmen. Es ist nicht auszuschließen, dass die dort angeführten Effekte eher dem Faktor „Alter“ als dem Persönlichkeitsfaktor zuzuschreiben sind. So belegen verschiedene Studien, dass ältere Probanden eher Reducing-Verläufe aufweisen (z. B. Buchsbaum, Henkin & Christiansen, 1974; Hegerl et al., 1994; auf fronto-zentralen Regionen auch Kramer et al., 1996) und Zuckerman (1994) berichtet bei älteren Probanden von einer Abnahme der Ausprägung auf der Disinhibitionsskala. In der Studie von Haier et al. (1984) wurde bei der Probandenselektion auf eine ausgeglichene Altersverteilung geachtet. Die Extremgruppenbildung erfolgte anhand der P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub>-Amplitudenverläufe. Die Autoren konnten beobachten, dass EP-Reducer in der visuellen Modalität eher Sensation Seeker waren und einen Schmerzreiz länger aushielten als EP-Augmenter. Obwohl die Reizintensität bei Haier et al. nicht sehr hoch war, verwendeten sie jedoch relativ langdauernde Lichtreize (500 ms). Leider ist an dieser Studie zu bemängeln, dass keine Augenartefaktkontrolle durchgeführt wurde und die Stichproben geschlechtskonfundiert waren (siehe die Abschnitte 2.2 und 2.3), was die Interpretation dieser Ergebnisse erheblich einschränkt. Darüberhinaus wurden andere EP-Komponenten nicht berücksichtigt. Jedoch sind die dort berichteten Ergebnisse - gerade in Bezug auf die Schmerztoleranz - in sich gesehen stimmig: Sensation Seeker waren schmerztoleranter und zeigten eine verringerte zentralnervöse Reaktivität.

Die hier diskutierten Arbeiten sind in ihren Ergebnissen heterogen und nur bedingt mit dieser Untersuchung vergleichbar (unterschiedliche Parametrisierungen, unterschiedliche Reize, unterschiedliche Interstimulusintervalle). Darüberhinaus weisen die meisten der hier diskutierten Studien deutliche Mängel auf, so dass deren Aussagekraft erheblich eingeschränkt bleibt. Lediglich die Studie von Orlebeke et al. (1989) und Blenner (1993) erscheinen akzeptabel, führen aber zu divergenten Ergebnissen. Deren Ursache könnte an der stimulierten Modalität und der verwendeten maximalen Reizintensität liegen oder aber auch an den verschiedenen aus-

gewählten Komponenten. Vor diesem Hintergrund scheint die Studie von Orlebeke am ehesten vergleichbar zu sein mit dem hier durchgeführten Experiment, kam jedoch zu einem entgegengesetzten Ergebnis. Im folgenden sollen verschiedene Punkte diskutiert werden, die als Ursache für die entgegen der Erwartung verlaufenden Amplitudenverläufe angeführt werden können.

Ein möglicher Umstand, der zur verringerten zentralnervösen Reaktivität der Augmenter beigetragen haben könnte, liegt in der Besonderheit des Versuchsdesigns: Jede Reizintensität wurde geblockt dargeboten, d. h. alle 45 Trials einer Intensität wurden nacheinander dargeboten. Eine solche „geblockte“ Reizdarbietung beschleunigt im Gegensatz zu einer gemischten Reizdarbietung die Habituation. Dies könnte in besonderem Maße für die Augmenter zutreffen haben, aufgrund ihres stimulationssuchenden Verhaltensstils. Folglich sollten die resultierenden gemittelten EP-Amplituden bei ihnen reduziert sein. Evidenz dafür kommt z. B. von der Arbeitsgruppe um Hegerl et al. (1989). Sie konnten Anzeichen einer schnelleren kortikalen Habituation (in der  $N_1$ - $P_2$ -Komponente) bei Sensation Seekern beobachten. Ebenso lassen Studien zur autonomen Habituation einen solchen Zusammenhang vermuten: Nach O’Gorman (1983) zeigen Extravertierte unter besonderen Stimuluscharakteristiken eine schnellere Habituation als Introvertierte. Er zitiert eine Studie von Smith und Wigglesworth (1978; zit. nach O’Gorman, 1983), in der sich zeigte, dass Extravertierte nur bei hoher Stimulusintensität (100dB) peripher-physiologisch (d. h. elektrodermal) schneller habituieren als Introvertierte. Dass es besonders laute oder unangenehme Reize sein müssen, damit sich persönlichkeitsbedingte Unterschiede in der Habituationsgeschwindigkeit zeigen, führen auch Davis et al. (1984) an. Sie konnten besonders auf unangenehmere Geräusche („harsh buzzers sounds“) eine erhöhte elektrodermale Reaktivität von Reducern finden, nicht jedoch auf 100 Hz-Töne. Ein solch differentieller Habitationsverlauf könnte also auch in der hier durchgeführten Untersuchung angenommen werden. Allerdings deuteten sich zumindest in der elektrodermalen Aktivität keine Unterschiede in der Habituationsgeschwindigkeit bei den lauten Geräuschen zwischen Augmentern und Reducern an. Inwieweit dies evtl. auch auf die kortikalen Potentiale zutrifft, kann abschliessend nicht beantwortet werden, da für eine solche Analyse zu wenig Trials in den Blöcken dargeboten wurden. In eine ähnliche Richtung argumentieren auch Autoren, die dem Interstimulusintervall eine bedeutende Rolle im Rahmen von Augmenting-Reducing-Anordnungen zuschreiben (Buchsbaum & Pfefferbaum, 1973; Mullins & Lukas, 1984; Stelmack & Michaud-Achorn, 1985, Zuckerman et al., 1988). Budd, Barry, Gordon, Rennie und Michie (1998) sowie Stelmack und Michaud-Achorn (1985) oder Zuckerman et al. (1988) vermuten, dass bei einem kurzen Intervall die neuronale Reaktionsrückbildung noch nicht vollständig abgeschlossen ist und dies einen Reducing-Verlauf wahrscheinlicher macht. Lange ISIs sollen dagegen zu höheren Amplituden führen, was in einem Augmenting-Muster resultieren sollte (Buchsbaum & Pfefferbaum, 1973; Cohn, Dustman & Shearer, 1985; Mullins & Lukas, 1984; Stelmack & Michaud-Achorn, 1985). Hier wurde ein langes ISI gewählt (15 - 25s), um neben den kortikalen auch peripher-physiologische Varia-

blen mit längerer Latenz zu erfassen. Zuckerman et al. (1988) konnten in der auditiven im Gegensatz zur visuellen Modalität ein kortikales Reducing nur bei einem kurzen Interstimulusintervall von im Mittel zwei Sekunden finden. Allerdings berichten sie ebenso von einem Reducing in der visuellen Modalität bei einem langen Interstimulusintervall (im Mittel 17 Sekunden). Die Frage des Einflusses der Dauer des Interstimulusintervalls auf Augmenting-Reducing kann durch diese Studie nicht abschließend beantwortet werden. Hier müssten vergleichende Untersuchungen herangezogen werden mit unterschiedlich langen ISIs. Eine weitere Besonderheit von langen gegenüber kurzen ISIs besteht darin, dass die Möglichkeit zur Anwendung kognitiver Reizverarbeitungsstrategien größer wird, da den Probanden genügend Zeit bleibt, sich auf die Reize vorzubereiten. In diesem Experiment wurde eine passive Reizaufnahme nahegelegt, d. h. die Probanden mussten nichts weiter tun, als die dargebotenen Reize wahrzunehmen. In solchen Experimenten, die keine expliziten Aufmerksamkeitsinstruktionen vorgeben, ist es nicht auszuschließen, dass einige Probanden den Reizen mehr Aufmerksamkeit zuwenden als andere Personen (Bartussek, 1984; Carillo-de-la-Peña, 1999; Stenberg et al., 1990). So konnten Stenberg et al. (ebd.) einen differentiellen Einfluß der Aufmerksamkeit bei Introvertierten und Extravertierten auf EPs beobachten. Introvertierte (am ehesten gleichzusetzen mit Reducern; siehe Abschnitt 2.2, Seite 37) zeigten einen deutlichen Unterschied zwischen passiver und aktiver Reizverarbeitungsbedingung; sie wiesen höhere Amplituden unter der Aufmerksamkeitsbedingung auf. Extravertierte verteilten ihre Aufmerksamkeit in beiden Bedingungen eher gleich und zeigten keine signifikant unterschiedlichen Kurvenverläufe. Die Autoren folgern: "Concerning the traditional augmenting-reducing paradigm, it is not unreasonable to assume that aversively intense flashes will induce a tendency to turn attention away from the stimuli, if instructions so permit. This tendency will be more urgently felt, and more effectively carried out, by introverts due to higher arousal." (S. 1251). Diese Interpretation würde jedoch den Daten des hier durchgeführten Experiments widersprechen. Würde man auch hier einen amplitudenerhöhenden Einfluss der Aufmerksamkeit annehmen, so müssten Augmenter (die ja niedrigere Amplituden aufwiesen) besonders bei höheren Reizintensitäten weniger Aufmerksamkeit auf die Reize gerichtet haben als Reducer. Dies wäre gleichzusetzen mit einer effektiveren Copingstrategie seitens der Augmenter. Reducer hingegen müssten insbesondere den intensiveren Reizen mehr Aufmerksamkeit geschenkt haben, was in höheren Amplituden resultieren sollte. Auch wenn eine solche Interpretation in Widerspruch zu der von Stenberg et al (1990) steht, so ist sie dennoch nicht auszuschließen. Summarisch betrachtet erscheint es jedoch fraglich, ob in einer langwierigen passiven Reizaufnahmesituation tatsächlich solch unterschiedliche Strategien von den Probanden verfolgt werden. Auch Zuckerman (1984) hält die Bedeutung von differentiellen Aufmerksamkeitseffekten in Augmenting-Reducing-Anordnungen aufgrund der Besonderheit solcher Designs für sehr gering: „Conceivably, some subjects might pay closer attention to the light flashes than others for obscure reasons, but how long would they maintain this attention over 800 to 1.000 stimulus presentations?“ (p 460).

Ein Grund für das Auffinden flacherer Reaktionsverläufe der Augmenter könnte auch rein physiologischer Natur sein. So wäre es möglich, dass die Augmenter aufgrund ihres reizsuchenden Lebensstils eine Beeinträchtigung des Hörvermögens aufwiesen. Dies würde bedeuten, dass die Reize bereits auf einer sehr frühen Verarbeitungsstufe abgeschwächt einträfen. Auch eine solche Interpretation kann die gefundenen Ergebnisse jedoch nicht vollständig erklären: Bei niedrigeren Reizintensitäten zeigten sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Gruppen. Diese waren erst bei höheren Intensitäten zu beobachten. Von einer Gehörbeeinträchtigung wäre jedoch zu erwarten, dass besonders die niedrig-intensiven Reize zu unterschiedlicher Reaktivität hätten führen müssen. Dies war jedoch nicht der Fall. Ausserdem wurde eine grobe Kontrolle eingeführt: Es wurde darauf geachtet, dass Probanden mit einem Hörschaden nicht an der Untersuchung teilnahmen. Endgültige Klarheit über den Zusammenhang zwischen EP-Amplituden und der Hörleistung können aber nur Studien liefern, die die Hörschwelle bei beiden Persönlichkeitsgruppen durch eine Audiometrie erfassen und mit den EP-Amplituden vergleichen.

Wie auf den vorangegangenen Seiten dargelegt wurde, ist diese Arbeit nur bedingt mit den bisherigen Experimenten vergleichbar, da versucht wurde, verschiedene methodische Mängel dieser Studien (z. B. Augenartefakte, Parametrisierung mittels Steigungskoeffizienten, Wahl der Komponenten und Lokalisationen) auszuschalten und Schwierigkeiten in der Interpretation der Ergebnisse (z. B. Verwendung einer hohen maximalen Reizintensität, Selektion von Extremgruppen, Hinzunahme peripher-physiologischer Indizes) zu umgehen. Nach Berücksichtigung all dieser Besonderheiten muß die von den meisten Studien verfolgte Strategie, Augmenter und Reducer anhand der EP-Kurvenverläufe zu bestimmen, zumindest fragwürdig erscheinen. Dies trifft auch für die Erklärung solcher Kurvenverläufe unter Rekursion auf Begriffe wie „Transmarginale Hemmung“ zu. Selbst unter extrem starker Stimulation (105dB weißes Rauschen von 0,5 s Dauer) fand sich kein deutliches Anzeichen einer zentralnervösen Schutzhemmung bei jenen Probanden, die offensichtlich ein schwaches Nervensystem aufwiesen. Die hier gewonnenen Ergebnissen weisen in eine einheitliche Richtung: Augmenter zeigten in allen Maßen eine verringerte, Reducer hingegen eine erhöhte Reaktivität. Da dieses Ergebnis in Widerspruch steht zu zahlreichen anderen Untersuchungen erscheint es jedoch unerlässlich, in einem weiteren Experiment eine Replikation mit einer größeren Stichprobe zu versuchen.

### **1.3.2 Geschlechtereffekte**

In diesem Experiment konnten verschiedene Persönlichkeits-Geschlechts-Interaktionen beobachtet werden. Bei deren Interpretation ist jedoch darauf zu achten, dass jede Persönlichkeitsgruppe lediglich aus 6 männlichen und 6 weiblichen Probanden bestand. Vor diesem Hintergrund dürfen die hier geschilderten geschlechtsspezifischen Effekte nur als ein erster Hinweis auf mögliche interessante Interaktionen interpretiert werden.

Betrachtet man die Ergebnisse zum Geräuschexperiment, so ist festzustellen, dass sich vor allem die männlichen Augmenter von allen anderen unterschieden. Sie wiesen niedrigere Amplituden in der  $P_1$ - $N_1$ - und  $N_1$ - $P_2$ -Komponente auf und beurteilten die Geräusche insgesamt als weniger laut. Weiterhin zeigten weibliche Probanden eine erhöhte Reagibilität in den  $N_1$ - $P_2$ -Amplituden und weibliche Reducer zeigten erhöhte Reaktionsmagnituden der Hautleitfähigkeit im Intensitätsbereich von 95dB(A) auf 105dB(A). Die erhöhte Reaktivität weiblicher Probanden wird auf psychoneuroendokrinologische Funktionsunterschiede zurückgeführt (Silverman, 1972), deren Mechanismen aber nicht spezifiziert werden. In den Befindensdaten zeigten sich ebenso geschlechtsgebundene Unterschiede: Weibliche Reducer beurteilten sich als weniger aktiviert im Vergleich zu männlichen Reducern und Augmentern beiderlei Geschlechts. Unterschiede ergaben sich auch bzgl. des Optimismus. Hier zeigten besonders weibliche Reducer niedrigere Werte als männliche Reducer und Augmenter beiderlei Geschlechts.

Das Geschlecht könnte demnach eine moderierende Variable in Untersuchungen zum Augmenting-Reducing Phänomen darstellen, wobei sich durchaus gegenläufige Reagibilitäten innerhalb einer Persönlichkeitsgruppe zeigen. Es deutet sich somit an, dass Augmenting-Reducing bei männlichen und weiblichen Probanden etwas unterschiedliches bedeuten könnte: Männliche Augmenter waren psychophysiologisch eher weniger reaktiv, und empfanden intensive Reize als weniger laut. Männliche Reducer hingegen schienen eher unauffällig, d. h. normal reaktiv zu sein. Weibliche Augmenter waren im Hinblick auf das Experiment besonders optimistisch und zeigten im Gegensatz zu ihren männlichen Pendanten eher eine normale  $P_1$ - $N_1$ - und  $N_1$ - $P_2$ -Amplitude. Die  $P_1$ -Amplitude war bei ihnen jedoch erhöht. Weibliche Reducer waren ähnlich wie männliche Reducer psychophysiologisch eher unauffällig, im Hinblick auf die experimentelle Situation jedoch weniger optimistisch.

Die hier aufgeführten Ergebnisse sollten jedoch lediglich als explorative Hypothesen verstanden werden, die mit größeren Stichproben einer eingehenderen Testung unterzogen werden sollten.

### 1.3.3 Diskussion der Reaktionszeitunterschiede

In der Reaktionszeitaufgabe zeigten Reducer deutlich längere Reaktionszeiten als Augmenter. Dieses Ergebnis ist erstaunlich: Augmenting-Reducing wird mit Unterschieden in der „passiven“ Reizaufnahme, d. h. der kortikalen Modulation externer Reize in Verbindung gebracht. Von einem Zusammenhang zwischen Augmenting-Reducing nach der RAS und den Leistungen in Reaktionszeitaufgaben ist in der Literatur noch nicht berichtet worden. Nur eine Studie untersuchten den Zusammenhang zwischen EP-Augmenting-Reducing und dem Abschneiden in Reaktionszeitaufgaben (siehe auch Abschnitt 1.3, Seite 22 f.). In der Studie von Brocke et al. (1999) begingen Augmenter in der  $N_1$ - und  $P_2$ -Komponente mehr Fehler in einer verzögerten Reaktionszeitaufgabe und zeigten darüberhinaus weniger Auslassungs-Fehler

(Omissions-Fehler) als Reducer. Zusammenhänge mit der Reaktionszeit werden jedoch nicht berichtet. Befunde über den Zusammenhang zwischen der Reaktionszeit und anderen biologisch fundierten Persönlichkeitsmerkmalen, die mit Augmenting-Reducing zusammenhängen sollen (Extraversion, Impulsivität, Disinhibition; siehe Kapitel I, Abschnitt 1.5), sind recht widersprüchlich. Zwar überwiegen die Studien, in denen Extravertierte, Impulsive oder Disinhibitierte die schnelleren Reaktionen zeigen, z. T. ist dies aber nur bei komplexeren RT-Aufgaben der Fall (Brebner, 1990; Dickman & Meyer, 1988; Doucet & Stelmack, 1997; Orlebeke et al., 1990). Zahlreiche Studien konnten hingegen keine Unterschiede beobachten (z. B. Exposito & Andres-Pueyo, 1997; Stelmack et al., 1993; Brebner & Flavel, 1978; Gupta & Nicholson, 1985; Hummel & Lester, 1977). Da in diesem Experiment bei einer sehr einfachen Aufgabe doch sehr deutliche Unterschiede auftraten, liegt die Vermutung nahe, dass dies u. U. auf Unterschieden in Informationsverarbeitungsprozessen zwischen Augmentern und Reducern beruhen könnte. Hier wäre denkbar, dass Reducer inhibitorische Potentiale aufbauen, die sich hemmend auf die Initiierung der motorischen Reaktion auswirken könnten. Sicher muß einschränkend festgehalten werden, dass die Anzahl der Trials in diesem Experiment sehr gering war und somit dieses Ergebnis nur als ein erster Hinweis auf mögliche Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern in der Reaktionsgeschwindigkeit interpretiert werden darf. Zur Absicherung dieses Ergebnisses sind weitere Studien mit mehr Trials und mehr Versuchspersonen nötig. Weiterhin sollte überprüft werden, ob der gefundenen Reaktionszeitunterschied auch in komplexeren Reaktionszeitaufgaben auftritt, wie es die Literatur zur Extraversion nahelegt oder nur auf sehr einfache Aufgaben beschränkt bleibt.

Übereinstimmend mit den Ergebnissen im Augmenting-Reducing Experiment sind die Unterschiede in der autonomen Aktivierung zwischen den Persönlichkeitsgruppen in der Reaktionsvorbereitungsphase. Wiederum zeigten Augmenter im Vergleich zu Reducern eine geringere peripher-physiologische Aktivität (EDA und Herzrate). Die sich im Augmenting-Reducing Paradigma und der Ruhephase abbildende verminderte Reaktivität der Augmenter ließ sich also auch in einer weiteren Situation bestätigen. Folglich kann davon ausgegangen werden, dass Augmenter nicht nur auf Reize verschiedener Intensität schwächer reagieren, sondern habituell eine erniedrigte Reaktivität aufweisen.

### **1.3.4 Zusammenfassung**

Betrachtet man die Ergebnisse dieses Experiments summarisch, so ergibt sich ein stimmiges Bild: Die verminderte Reaktivität der Augmenter kann als Hyporeaktivität bezeichnet werden, da sie über verschiedene Situationen hinweg auftrat, d. h. transsituational konsistent war und darüberhinaus auf zentraler, peripher-physiologischer und subjektiver Ebene gegeben war. Die gefundenen Ergebnisse führen somit zu dem Paradoxon, dass die hier untersuchten Augmenter tatsächlich (psychophysiologisch und subjektiv) „Reizabschwächer“, d. h. Reducer sind und die hier als Reducer klassifizierten Probanden habituelle „Reizverstärker“, d. h. Augmenter. Demnach scheint die Original-Terminologie der Reducer-Augmenter-Skala von

Vando gerechtfertigt zu sein. In ihrem Buch „Individuality in Pain and Suffering“ schreibt Petrie: “The more intense experience of the augments (die hier untersuchten Reducer, Anm. d. Verf.) and his associated greater apprehensiveness of pain and discomfort will have their counterparts in the reactions of his autonomic nervous system. For example, his pulse, his rate of breathing, and the amount he perspires are likely to be affected.” (Petrie, 1967; p. 26). Petries Vermutung konnte in dieser Studie bestätigt werden. Die Befunde entsprechen ihrer ursprünglichen Fassung von Augmenting-Reducing. Die hier als Augmenter bezeichneten Personen wiesen ein herabgesetztes Erregungsniveau auf und schwächten eintreffende Reize ab. Um dies zu kompensieren, suchten sie deshalb stimulationshaltige Situationen auf. Vor diesem Hintergrund erscheinen auch die gefundenen Reaktionszeitunterschiede erklärbar: Möglicherweise ist die Ausführung motorischer Aufgaben (aufgrund proprioceptiver afferenter Impulse) für die Augmenter ein Weg, um ihre habituelle Untererregung zu kompensieren.

Ziel des zweiten Experimentes war es, die in Experiment 1 ermittelten Unterschiede in der kortikalen, peripher-physiologischen und subjektiven Reaktivität einer Replikation zu unterziehen und experimentelle Anordnungen zu realisieren, die die Überprüfung der Hypothese einer unterschiedlichen Informationsverarbeitung von Augmentern und Reducern als Erläuterungsansatz der ermittelten Reaktionszeitunterschiede ermöglichen.

Bevor auf das Experiment näher eingegangen wird, sollen in einem Exkurs die psychophysiologischen Indikatoren der Informationsverarbeitung - wie sie aus der Allgemeinen und Kognitiven Psychologie bekannt sind - näher erläutert werden, da diese für die Aufklärung von Reaktionszeitunterschieden wichtige Informationen liefern können.



## 2. Exkurs: Mentale Chronometrie

Das Aufgabengebiet der Mentalen Chronometrie ist es, mit Hilfe von Reaktionszeitexperimenten Aussagen über die Funktion kognitiver Systeme abzuleiten. Das klassische Paradigma der Mentalen Chronometrie besteht darin, dass auf einen, meist per Warnreiz angekündigten, imperativen Stimulus **S** möglichst schnell reagiert werden soll (sogenanntes  $S_1$ - $S_2$ -Paradigma). Aus den offenen Verhaltensmaßen, der Reaktionszeit und Antwortgenauigkeit, wird auf verdeckt ablaufende, mentale Prozesse geschlossen. Ziel ist es, Modelle menschlicher Informationsverarbeitung zu entwickeln und empirisch zu überprüfen.

Dabei stützt sich die Mentale Chronometrie auf einige fundamentale Aspekte der menschlichen Informationsverarbeitung (Meyer, Osman, Irwin und Yantis, 1988). Eine grundsätzliche Annahme ist, dass sich der mentale Prozeß, der zwischen Stimulus **S** und Reaktion **R** abläuft, aus separaten, sich funktional voneinander unterscheidenden Prozessen (oder Stufen) zusammensetzt. Kontroverse Ansichten bestehen bezüglich der Zahl und Funktion der einzelnen Stufen, deren Ablauf (seriell oder zeitlich überlappend) und der Informationsübertragung zwischen ihnen (diskret oder kontinuierlich).

Ein klassisches Modell, das - vielfach modifiziert - noch heute seine Anwendung findet, ist ein auf Donders zurückgehendes Stufenmodell der Informationsverarbeitung. Donders (1868/1969) entwarf drei Typen von Reaktionszeitaufgaben. Er ging davon aus, dass je nach Aufgabentyp, bis zu vier seriell ablaufende Stufen durchlaufen werden: In einer Einfach-Reaktionszeitaufgabe (Reiz A - Reaktion A) sind das die beiden Stufen Reizdetektion („stimulus detection“) und Reaktionsausführung („response execution“), in einer „Go-NoGo“-Aufgabe (Reize A, B - Reaktion nur auf Reiz A) erfolgt zusätzlich die Stufe des Reizerkennens („stimulus recognition“); in einer Mehrfachwahl-Aufgabe (Reize A, B - Reaktionen A, B) liegt vor der motorischen Ausführung noch die Stufe der Reaktionsauswahl („response selection“). Donders ging davon aus, dass die einzelnen Stufen eine definierte Zeit in Anspruch nehmen und sich in ihrer Dauer gegenseitig nicht beeinflussen (Annahme der „reinen Einfügung“). Beides ließ sich jedoch nicht aufrechterhalten; die auf der Annahme der reinen Einfügung basierende Subtraktionsmethode erwies sich als ungeeignet, die Zeitdauer der einzelnen Verarbeitungsstufen aus der Kombination verschiedener Reaktionszeitaufgaben zu bestimmen.

Einen besseren Zugang zum Stufenmodell erlaubte die von Sternberg (1969) vorgestellte „Additive Faktor Methode“ (AFM). Sie ermöglichte sowohl Rückschlüsse auf Art und Zahl der beteiligten Stufen als auch auf Faktoren, die diese beeinflussen. Solche Faktoren sind beispielsweise die Reizdiskriminierbarkeit, die Reiz-Reaktions-Kompatibilität und die Reaktionskomplexität. Die AFM geht von zwei Regeln aus: Wirken  $n$  Faktoren additiv auf die Reaktionszeit, so sind  $n$  Stufen an der Informationsverarbeitung beteiligt. Wirken zwei Faktoren interaktiv auf die Reaktionszeit, existiert mindestens eine von beiden Faktoren gemeinsam

beeinflusste Stufe. Durch die systematische Variation verschiedener Faktoren und Analyse ihrer Wirkung auf die Reaktionszeiten lassen sich Zahl und Funktion der Stufen abschätzen.

Die Zahl der so identifizierten Stufen variiert erheblich. In Studien zum Abruf von Informationen aus dem Kurzzeitgedächtnis ermittelte Sternberg (1969) die drei Stufen „stimulus encoding“, „memory retrieval“ und „response selection“. Sanders (1980) fand in einer Mehrfachwahl-Aufgabe mindestens sechs Verarbeitungstufen (Reizverarbeitung, Merkmalerkennung, Reizidentifikation, Reaktionsauswahl, Antwortprogrammierung und motorische Regulierung). Dieser Widerspruch löst sich jedoch auf, wenn die von Sanders feiner ausdifferenzierten Stufen zu größeren Blöcken zusammengefaßt werden. Für die Bearbeitung einer Reaktionszeitaufgabe können demnach mindestens drei Stufen unterschieden werden (siehe Abb. 2.25):

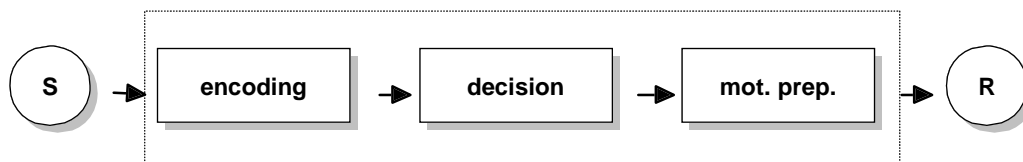


Abb. 2.25. *Drei Stufen der Informationsverarbeitung zwischen dem Reiz (S) und der Reaktion (R): In der „encoding“-Phase wird der Reiz erkannt, in der „decision“-Phase erfolgt die Auswahl der geforderten Reaktion und in der „motor preparation“-Phase schließlich beginnt die motorische Programmierung der Bewegung. Alle drei Stufen sind der unmittelbaren Beobachtung nicht zugänglich, daher der gestrichelte Kasten.*

Die Informationsverarbeitung beginnt nach der Darbietung des imperativen Reizes. Die erste Stufe („encoding stage“) umfaßt eine frühe Phase der Stimulusaufnahme und -bewertung. Am Ende dieser Phase sollte der Proband den dargebotenen Reiz (z. B. Ziffer o. ä.) „erkannt“ haben, d. h. das für die Aufgabe relevante Merkmal extrahiert haben. An die Reizevaluation sollte sich eine zweite Phase anschließen, in der die Entscheidung getroffen wird, wie die Reaktion ausfallen soll (z. B. mit welcher Hand zu reagieren ist). Am Ende dieser, in der Abbildung als „decision stage“ bezeichneten Stufe, sollte der Proband in der Lage sein, die Ausführung der richtigen Handbewegung einzuleiten. Die letzte Stufe der angedeuteten S-R-Kette ist die der Bewegungsausführung („motor preparation stage“). Physiologisch betrachtet umfaßt sie die Freisetzung afferenter Impulse im Motorkortex, deren nervöse Weiterleitung und die dadurch ausgelöste Muskelkontraktion.

Bei sehr einfachen Reaktionszeitaufgaben, bei denen lediglich auf einen Reiz mit einer Hand reagiert werden soll (wie dies im ersten Experiment der Fall war), lassen sich vereinfachend mindestens zwei Stufen unterscheiden: Die Enkodierungsphase und die Phase der Reaktionsvorbereitung, d. h. der mittlere Kasten in Abbildung 2.25 („decision“) würde wegfallen.

Ein prinzipielles Problem dieser Theorien der Informationsverarbeitung ergibt sich aus dem Anspruch, durch Messung offenen Verhaltens auf die Wirkung verdeckter Prozesse zu schließen. Einblicke in diese „verdeckten“ Prozesse lassen sich mit Hilfe psychophysiologischer Methoden gewinnen. Neben den peripherphysiologischen Variablen wie der elektrodermalen Aktivität (EDA) sind es v.a. die ereigniskorrelierten hirnelektrischen Potentiale (ERPs), die als physiologische „Marker“ für psychologische Prozesse dienen können.

## 2.1 Psychophysiologische Indikatoren der Informationsverarbeitung

Im folgenden werden die für die Arbeit relevanten physiologischen Indikatoren, die  $P_3$  und das Elektromyogramm (EMG) vorgestellt.

### 2.1.1 Die $P_{300}$ -Komponente als Maß der Stimulusevaluation

Die  $P_{300}$ -Komponente (oder  $P_3$ ) im evozierten Potential zählt zu den endogenen Komponenten, d. h. zu jenen, die nicht unmittelbar mit den physikalischen Eigenschaften eines Reizes in Beziehung stehen (siehe Kapitel I, Abschnitt 1.3). Sie stellt eine relativ starke, 250 bis 600 ms nach dem Reiz auftretende Positivierung mit parietaler Dominanz dar und tritt besonders auf unerwartete, aufgabenrelevante und bedeutungsvolle Reize hin auf. Seit ihrer Entdeckung durch Sutton, Braren, Zubin und John (1965; zit. nach Loveless, 1983) ist die  $P_3$  deshalb mit unterschiedlichen Aspekten der Reizverarbeitung in Zusammenhang gebracht worden, etwa mit einem „restructuring of mental models“ (Donchin, 1981, zitiert nach Schandry, 1989), einer „Einleitung von kontrollierten Verarbeitungsoperationen“ (Rösler, 1982, zitiert nach Schandry, 1989) oder einer „Zuteilung ('allocation') von perzeptuellen und zentralen Ressourcen“ (Kok, 1997; siehe auch Brocke, Tasche und Beauducel, 1997).

Die Amplitude der  $P_3$  ist sensitiv für die subjektiv eingeschätzte Auftretenswahrscheinlichkeit und Relevanz eines Reizes: In einem klassischen „oddball“-Paradigma, in dem die Probanden z. B. die Aufgabe erhalten, die selteneren von zwei unterschiedlich häufig dargebotenen Reizen zu zählen, ist die  $P_3$  auf die selteneren und bedeutungsvolleren Reize größer. Aus dieser Abhängigkeit wird auf einen Zusammenhang der  $P_3$  mit Prozessen der Stimulus-Evaluation geschlossen (Coles, Smid, Scheffers & Otten, 1995).

Die Latenz der  $P_3$  ist für die Mentale Chronometrie von größerem Interesse (Coles et al., 1995). Sie scheint eher abhängig von Faktoren, die frühe Phasen der Informationsverarbeitung beeinflussen (etwa dem Grad der Stimulus-Diskriminierbarkeit), weniger von Faktoren, die spätere Phasen betreffen, wie etwa die S-R-Kompatibilität oder Reaktionskomplexität (z. B. McCarthy und Donchin, 1981). Die  $P_3$ -Latenz wird deshalb von vielen Autoren als Echtzeit-Indikator für den Abschluß einer vorangegangenen Stimulus-Evaluation gesehen, der weitgehend unabhängig ist gegenüber reaktionsbezogenen Prozessen. Gegen diese Sicht der  $P_3$ -Latenz als reiner Indikator einer Stimulus-Evaluation spricht ein Übersichtsartikel von Verleger

(1997), der zahlreiche Studien zum Zusammenhang von  $P_3$ -Latenz und Reaktionszeit auswertete. Insbesondere bei Aufgaben, die zu kurzen Reaktionszeiten führten, zeigte sich eine Abhängigkeit („sensitivity“) der  $P_3$  gegenüber reaktionsbezogenen Prozessen; bei komplexeren Aufgaben und längeren Reaktionszeiten ging sie zurück. Der Autor vermutet, dass die Latenz dieser Komponente abhängig davon ist, ob die Informationsverarbeitung eher automatisch über einer „direct route“ oder einer „slow route“ abläuft (vgl. hierzu Verleger, 1997). Houlihan, Stelmack und Campbell (1998) konnten in ihrer Studie jedoch zeigen, dass zwar eine gewisse Abhängigkeit der  $P_3$ -Latenz von motorischen Prozessen bei Einfach-Reaktionszeitaufgaben besteht, diese ist jedoch nur sehr gering und in den meisten Studien vernachlässigbar. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Leuthold und Sommer (1998), die in zwei Experimenten die S-R-Kompatibilität in einer Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe variierten. Sie fanden in beiden Experimenten additive Effekte der Kompatibilität auf die  $P_3$ -Latenz und die Reaktionszeit, was ebenfalls gegen die Annahme einer alleinigen Abhängigkeit der  $P_3$  von frühen Stimulus-Evaluationsprozessen und für Einflüsse von Reaktionsauswahlprozessen spricht. Da die  $P_3$  sich jedoch als unabhängig gegenüber motorischen Prozessen erwies, schlossen die Autoren: „ $P_{300}$  latency may be used to discriminate between influences on pre-motoric and motoric processing stages“ (Leuthold und Sommer, 1998, p. 34).

### 2.1.2 Das Elektromyogramm (EMG) als Maß der motorischen Initiierung

Bei Ausführung einer Willkürbewegung kommt es zur Ausbildung sogenannter Muskelaktionspotentiale durch die beteiligten Muskelgruppen. Die Messung des EMG beruht auf der elektrischen Aktivität dieser, über zahlreichen Muskelzellen abgeleiteten, aufsummierten Muskelaktionspotentiale. Das EMG spiegelt somit die Aktivität bestimmter Muskelgruppen wider: Einer Fingerbewegung geht eine Aktivität in dem am Unterarm (musculus extensor indicis) abgeleiteten EMG voraus (Rösler, Flössel, Keimer-Bonk & Sojka, 1991).

In der Mentalen Chronometrie werden EMG-Ableitungen eingesetzt, um die Vorbereitung einer Bewegung noch vor deren Ausführung messen zu können. So leiteten de Jong, Coles, Logan und Gratton (1990) in einem Reaktionszeit-Experiment mit Stopp-Signalen das EMG ab, um den Anteil sogenannter „partieller Antworten“ („partial outputs“) bestimmen zu können, d. h. solcher Versuchsdurchgänge, in denen sich ein EMG zeigte, die offene Reaktion jedoch zurückgehalten werden konnte. Das EMG dient somit (neben der  $P_{300}$ ) als ein nicht-zentraler Indikator, der am Ende einer mehrstufigen Informationsverarbeitungskette den Beginn einer Reaktionsausführung anzeigt.

#### *Zusammenfassung*

In Abbildung 2.26 sind die eben besprochenen psychophysiologischen Indikatoren der Informationsverarbeitung in die Verarbeitungsstufen bei einer einfachen Reaktionszeitaufgabe integriert.

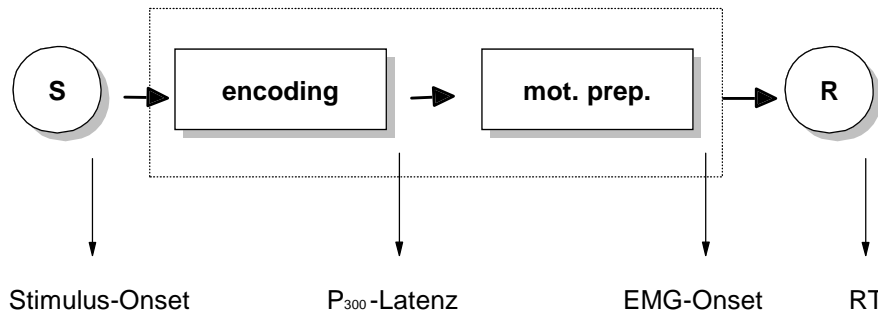


Abb. 2.26. Das Modell der Informationsverarbeitung mit den psychophysiologischen Indikatoren der beiden Stufen.

Den Abschluß der frühen Phase sollte die Ausbildung der P<sub>3</sub>-Komponente als Stimulus-Evaluations-Indikator anzeigen. Wie in Kapitel II, Abschnitt 2.1 (Seite 100 f.) bereits angeführt, sprechen manche Untersuchungen zwar gegen die Annahme, dass die P<sub>3</sub>-Latenz als ein reiner Indikator für den Abschluß einer frühen Phase gewertet werden kann, da sie auch von späteren, sich anschließenden Prozessen beeinflusst zu werden scheint (vergl. Verleger, 1997), allerdings scheint dieser Einfluß nicht ganz so bedeutsam zu sein (Houlihan et al., 1998). Als Indikator für den Abschluß der letzten Stufe dient der EMG-Onset, der der offen sichtbaren Reaktion unmittelbar vorausgeht.

Neben diesen „klassischen“ psychophysiologischen Markern kognitiver Prozesse gibt es noch weitere Maße, die sich nicht unmittelbar in die eben geschilderten Stufen integrieren lassen, aber dennoch sinnvolle Informationen über die Aufgabenbearbeitung liefern. Die Rede ist hier von der kontingenten negativen Variation (CNV) und der Herzrate. Beide Maße indizieren die Vorbereitung auf eine Reaktion und gehen damit den eben beschriebenen Stufen voraus. Auf die CNV und die Herzrate soll im folgenden kurz eingegangen werden.

### 2.1.3 Die Contingente Negative Variation (CNV)

Die CNV ist eine langsame Potentialverschiebung, die in einem S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>-Paradigma auftritt. Zwischen einem Ankündigungsreiz (S<sub>1</sub>) und einem darauffolgenden imperativen Reiz (S<sub>2</sub>) entwickelt sich im EEG eine langsame Negativierung, die nach dem imperativen Reiz wieder abklingt. Bei der CNV handelt es sich also um eine antizipatorische Reaktion, die die Vorbereitung auf eine Reaktion darstellt und auf frontalen und zentralen Regionen am deutlichsten ausgeprägt ist. Bei einem ausreichend langen S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>-Intervall (zwischen 2 und 4 Sekunden) sind mehrere Komponenten der CNV identifizierbar (Bartussek, 1984; O'Connor, 1980). Eine frühe Welle (ca. 400 - 600 ms nach S<sub>1</sub>), die als „Orienting-Wave“ (O-Welle), also eine Art Orientierungsreaktion auf den S<sub>1</sub> verstanden wird und eine späte Welle, die unmittelbar vor dem S<sub>2</sub> gipfelt (200 - 0 ms vor S<sub>2</sub>) und als Erwartungswelle („Expectancy-Wave“ oder E-Welle) bezeichnet wird. Die funktionale Bedeutung dieser beiden Komponenten wird kontrovers diskutiert. Die O-Welle soll eher ein Arousal- und Orientierungsreaktions-Indikator sein, während die E-Welle entweder als eine Art motorische Vorbereitung gesehen wird (z. B.

Gaillard, 1977) oder lediglich als Erwartung des imperativen Reizes (Macar & Besson, 1985). Ergebnisse über den Zusammenhang zwischen der späten CNV-Komponente und der Reaktionszeit sind inkonsistent. Zwar sprechen einige Studien für einen negativen Zusammenhang, d. h. eine höhere Negativierung geht mit schnelleren Reaktionen einher (z. B. Gaillard & Näätänen, 1973), andere Studien konnten jedoch keinen Zusammenhang nachweisen (z. B. Macar & Besson, 1985). Hohnsbein, Falkenstein und Hoormann (1998) konnten - allerdings nur an einer sehr kleinen Stichprobe - zeigen, dass die Höhe der späten CNV Aussagen erlaubt über das Abschneiden in einer Reaktionszeitaufgabe. Personen mit vielen falschen Reaktionen bildeten eine schwächere CNV aus, als Personen, die kaum Fehler machten. In eine ähnliche Richtung gehen die Ergebnisse von Brown, Fenwick und Howard (1989), die eine geringer ausgeprägte CNV bei hoch impulsiven Probanden beobachten konnten, die auch mehr Fehler machten.

#### **2.1.4 Die Herzrate in Reaktionszeitaufgaben**

Physische Herzratenänderungen treten nicht nur bei der passiven Verarbeitung sensorischer Information auf (siehe Kapitel I, Abschnitt 1.5), sondern auch als präparatorische Reaktion auf einen imperativen Stimulus (Jennings, 1986; van der Molen, Somsen, Jennings, Nieuwboer & Orlebeke, 1987). Van der Molen et al. (1987) charakterisieren die Herzratenreaktion in einem  $S_1$ - $S_2$ -Paradigma als triphasisches Reaktionsmuster: Einer anfänglichen Dezeleration folgt eine Akzeleration, an die sich eine erneute Dezeleration anschließt. Diese letzte Dezeleration (primäre Bradykardie) erreicht ihr Maximum zum Zeitpunkt des imperativen Reizes. Dabei scheint das Ausmaß der Herzratendezeleration zusammenzuhängen mit der Reaktionszeit dahingehend, dass stärkere Dezeleration verbunden ist mit kürzeren Reaktionszeiten (z. B. Krupski, 1975).

Nach Jennings und Hall (1980; zit. nach van der Molen et al., 1987) indiziert die Herzratendezeleration unmittelbar vor dem imperativen Reiz das Bereithalten von Verarbeitungskapazität. Je mehr Verarbeitungskapazität zugewiesen wrd, desto stärker ausgeprägt ist die Dezeleration. Die primäre Bradykardie ist eine Antwort des Arousal-Systems auf die Stimulus-Identifikation. Nach dem imperativen Reiz geht die Dezeleration dann in eine Akzeleration über. Diese Herzratenbeschleunigung soll ausgeprägter sein, wenn auf den  $S_2$  auch reagiert werden soll (van der Molen, Somsen & Orlebeke, 1983). Wird das Individuum jedoch dazu angehalten nicht zu reagieren (z. B. in NoGo - Aufgaben), ist die Akzeleration schwächer ausgeprägt.

Die CNV und die Herzrate spiegeln also in erster Linie eine präparatorische Reaktion wider, die Auskunft über die sich anschließende Aufgabenbearbeitung liefern kann. Bei einer intensiven Reaktionsvorbereitung (stärkere Herzratendezeleration und höhere Negativierung in der CNV) erhöht sich die Chance auf eine schnelle Reaktion.

Folgende Abbildung stellt das vollständige Informationsverarbeitungsmodell dar, das als Richtlinie für das zweite Reaktionszeitexperiment dienen soll.

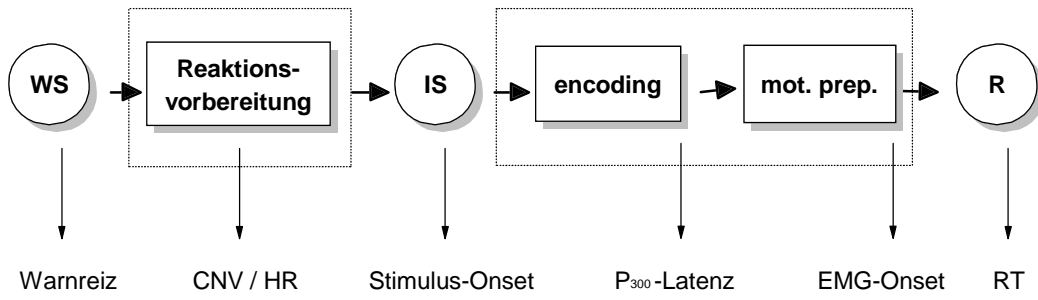


Abb. 2.27. Modell der Informationsverarbeitung für eine einfache Reaktionszeitaufgabe mit den psychophysiologicalen Indikatoren der Verarbeitungsstufen.

### **3. Experiment 2: Replikation der Reaktivitätsunterschiede und Untersuchung der Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern in Informationsverarbeitungsprozessen**

#### **3.1 Zielsetzung und Fragestellung**

Experiment 2 verfolgte mehrere Ziele. Zum einen sollten die Ergebnisse zur „passiven“ Informationsverarbeitung (psychophysiologische Reaktivität) von Experiment 1 repliziert werden (im folgenden als Experiment 2a bezeichnet), zum anderen aber auch die Unterschiede in der „aktiven“ Informationsverarbeitung (Reaktionszeitunterschiede) einer genaueren Analyse unterzogen werden (Experiment 2b).

##### **3.1.1 Experiment 2a: „Passive“ Informationsverarbeitung**

Zunächst stellte sich die Frage, ob die in Experiment 1 gefundenen Unterschiede in der zentralnervösen, peripher-physiologischen und subjektiven Reaktivität einer Replikation standhalten. Zu diesem Zweck sollte das Geräuschexperiment an einer größeren Stichprobe repliziert werden. Da die Unterschiede besonders im oberen Intensitätsbereich auftraten (siehe Abb. 2.6 auf Seite 69), sollte ein Intensitätsbereich von 85 bis 105dB ausreichen, um die Unterschiede in der zentralnervösen, peripher-physiologischen und subjektiven Reaktivität erneut zu provozieren.

Weiterhin lassen die gefundenen Reaktivitätsunterschiede in Experiment 1 vermuten, dass Augmenter aufgrund ihrer verringerten Reaktivität bei freier Wahl die Musik lauter stellen würden als Reducer, was für eine erhöhte Stimulationssuche dieser Gruppe sprechen würde (Davis et al., 1984; Kohn et al., 1986; Kohn et al., 1987). Dabei könnte die erhöhte Lautstärkeinstellung dazu dienen, die habituelle Untererregung der Augmenter zu kompensieren.

Schließlich wurde in Abschnitt 1.5 (Kapitel I) bereits darauf hingewiesen, dass zwischen Augmentern und Reducern auch Unterschiede im Blutdruck zu erwarten sind. Davis et al. (1984) konnten zeigen, dass Augmenter im Vergleich zu Reducern einen erhöhten systolischen Blutdruck aufweisen. Um dies einer Überprüfung zu unterziehen, sollte vor und nach dem Experiment der systolische und diastolische Blutdruck bei Augmentern und Reducern gemessen werden.

##### **3.1.2 Experiment 2b: „Aktive“ Informationsverarbeitung**

Bezüglich der „aktiven“ Informationsverarbeitung sollte zunächst geprüft werden, ob der in Experiment 1 gefundene deutliche Reaktionszeitunterschied in einem Versuch mit einer größeren Anzahl von Trials repliziert werden kann. Darüberhinaus interessierte aber auch die Frage, ob Augmenter eine erhöhte Fehlerrate bei sogenannten „Catch-Trials“, d. h. Trials auf die nicht reagiert werden soll (= Commissions-Fehler), aufweisen. Befunde zum „Speed-Accuracy-Tradeoff“ (Geschwindigkeits-Genauigkeitsausgleich) lassen einen solchen Zusam-



menhang vermuten. Dickman und Meyer (1988) untersuchten Unterschiede im „Speed-Accuracy-Tradeoff“ in Abhängigkeit vom Persönlichkeitsmerkmal Impulsivität. Sie ließen dazu ihre per Fragebogen als hoch, durchschnittlich und wenig impulsiv klassifizierten Probanden eine visuelle Vergleichsaufgabe bearbeiten. Zusätzlich variierten sie in der Instruktion die Betonung auf Geschwindigkeit bzw. Genauigkeit. Als Verhaltensmaße wurden Reaktionszeit, Antwortgenauigkeit sowie ein daraus abgeleitetes Gewinnmaß erhoben. Es stellte sich heraus, dass der „Speed-Accuracy-Tradeoff“ additiv von der vorgegebenen Instruktion und der Ausprägung der Impulsivität abhing. Mäßig impulsive Teilnehmer zeigten aufgrund ihres flexiblen Verhaltensstils die besten Leistungen, hochimpulsive Teilnehmer arbeiteten zwar schneller, aber weniger genau. Die Autoren schlossen aus ihren Ergebnissen, dass sich Hochimpulsive im Vergleich zu weniger Impulsiven einer qualitativ unterschiedlichen Strategie bedienen. Ebenso konnten etwa Brebner und Flavel (1978) oder Helmers, Young und Pihl (1997) beobachten, dass Extravertierte in einer Catch-Trial- bzw. Go / NoGo-Aufgabe mehr Commissions-Fehler begingen als Introvertierte. Ein solcher Zusammenhang könnte auch für Augmenter und Reducer gelten.

Es wurde eingangs spekuliert, dass die schnelleren Reaktionen der Augmenter durch eine in dieser Gruppe geringere Ausbildung kortikaler Hemmeffekte zustandekommen könnten. Damit verbunden sollten Augmenter einen auf motorischer Ebene reaktiveren Verhaltensstil zeigen. Es stellt sich die Frage nach der Wirkung der postulierten kortikalen Hemmeffekte. Diese könnten in unterschiedlichen Phasen der Informationsverarbeitung auftreten und zu den beobachteten Unterschieden in den Reaktionszeiten führen (siehe Abb. 2.28).

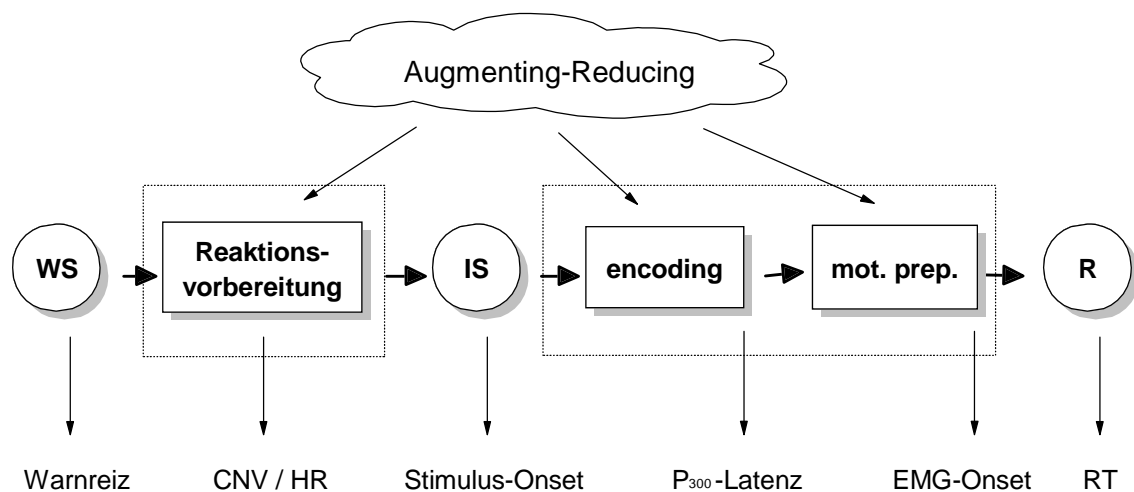


Abb. 2.28. Der hypothesierte Einfluß der Persönlichkeit auf die Stufen der Informationsverarbeitung.

Bereits vor dem Erscheinen des imperativen Reizes könnten sich Augmenter von Reducern in der Reaktionsvorbereitung unterscheiden. In diesem Stadium könnte also der Grundstein gelegt werden für eine langsamere Reaktion der Reducer. Es wäre denkbar, dass Reducer eine

schwächere Reizerwartung ausbilden. Dies sollte sich dann in einer erniedrigten E-Welle in der CNV niederschlagen. Peripher-physiologisch würde man eine schwächer ausgeprägte Herzratendezeleration zum imperativen Reiz hin erwarten. Dementsprechend wäre das Individuum nicht optimal vorbereitet, was in einer verlängerten Reaktionszeit resultieren sollte. Befunde zur CNV und Extraversion führen Dincheva und Piperova-Dalbokova (1982) an. Sie untersuchten Extravertierte und Introvertierte in einem akustischen und visuellen  $S_1$ - $S_2$ -Paradigma und konnten eine verringerte CNV bei den Introvertierten beobachten, jedoch bestanden keine Reaktionszeitunterschiede. Die verringerte CNV führten sie auf eine Übererregung der Introvertierten zurück. Eine solche Übererregung könnte auch für Reducer gelten: In der Reaktionsvorbereitungsphase von Experiment 1 zeigten sie eine erhöhte autonome Reaktivität (siehe Abbildung 2.21 auf Seite 81). In Übereinstimmung damit konnten Krijns, Gaillard, van Heck und Brunia (1994) bei hoch impulsiven Probanden (klassifiziert über einen Impulsivitätsfaktor aus verschiedenen Fragebögen) eine höhere CNV auf der rechten Hemisphäre gegenüber niedrig impulsiven Probanden beobachten und erklärten dies mit einer höheren kortikalen Aktivierung. Dem entgegengesetzt berichten jedoch Brown et al. (1989) oder Hohnsbein et al. (1998) von negativen Zusammenhängen zwischen Impulsivität und der CNV. Hoch impulsive Probanden wiesen niedrigere Amplituden auf.

In einem sehr frühen Stadium der Reizaufnahme und -verarbeitung („encoding“) könnten Reducer die Verarbeitung des imperativen Reizes später abschließen. Die weiteren Phasen des Verarbeitungsprozesses (die motorische Aktivierung und schließlich die Ausführung der Bewegung) würden sich dadurch ebenfalls zeitlich verzögern, ohne jedoch direkt von den Hemmechanismen beeinflusst zu werden. Dies stünde jedoch in Widerspruch zu den Ergebnissen einer Studie von Pritchard (1989) mit Extra- und Introvertierten. Er erhob als Reizevaluationsindikator die  $P_3$ -Komponente im evozierten Potential in einem akustischen Oddball-Paradigma. Dabei zeigte sich, dass Introvertierte eher eine frühere  $P_3$  aufwiesen. Sie schienen also die durch die  $P_3$  indizierte Reizwahrnehmungsphase („perception stage“) früher abzuschließen. Diese Unterschiede waren allerdings auf das männliche Geschlecht beschränkt. In die gleiche Richtung weisen die Befunde einer Studie von Brebner (1990): In einer Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe zeigten Introvertierte im Vergleich zu Extravertierten zwar längere Reaktionszeiten, jedoch kürzere  $P_3$ -Latenzen. Das Trait Novelty Seeking scheint nach Hansenne (1999) zufolge jedoch in keinem Zusammenhang mit der  $P_{300}$ -Latenz zu stehen.

Einige Befunde sprechen für die Möglichkeit, dass nur die Geschwindigkeit der Bewegungsausführung vom Persönlichkeitsmerkmal Extraversion abhängt: In diesem Fall würde der frühe Prozeß der Reizverarbeitung bei beiden Gruppen gleich schnell verlaufen, Unterschiede in der Reaktionszeit würden alleine durch eine langsamere motorische Ausführung der Bewegung („motor preparation“) der Reducer verursacht. Stelmack, Houlihan & McGarry-Roberts (1993) untersuchten in einer Korrelationsstudie die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Persönlichkeitsmerkmalen (u. a. Extraversion und Neurotizismus) und den Leistungen in

mehreren Reaktionszeitaufgaben. In einer Aufgabe hatten die Probanden auf einen imperativen Reiz hin ihre Zeigefinger von einer Ruhetaste („home-button“) zur Zieltaste („target-button“) zu bewegen. Als *Reaktionszeit* definierten die Autoren die Zeit von der Darbietung des imperativen Stimulus bis zum Lösen des Fingers von der Ruhetaste, als *Motorzeit* die Zeit vom Lösen der Ruhetaste bis zur Betätigung der Zieltaste. Es zeigte sich, dass nicht die Reaktionszeit, sondern die Motorzeit mit Extraversion - Introversion korrelierte: Extravertierte wiesen eine kürzere Motorzeit auf. Stelmack et al. (ebd.) schlossen daraus, dass sich die beiden Gruppen weniger in der kognitiven als in der motorische Verarbeitungsgeschwindigkeit („speed of motor control“) unterscheiden. Zum gleichen Ergebnis kamen Doucet und Stelmack (1997): Sie führten eine Einfach-Reaktionszeitaufgabe mit Extravertierten und Introvertierten durch und variierten dabei die räumliche Entfernung der Ruhe- und Zieltasten. Die Motorzeit war wiederum (unabhängig von der Strecke) bei den Extravertierten kürzer. Die Autoren vermuteten, dass es weniger Unterschiede in der Ausführungsgeschwindigkeit als in der Beschleunigung bis zu dieser Geschwindigkeit („acceleration to that velocity“) sind, die zu den kürzeren Reaktionszeiten der Extravertierten führten. Auch eine aktuelle Studie von Wickett und Vernon (2000) konnte eine zwar geringe, aber signifikante negative Korrelation von  $r = -.25$  zwischen Extraversion und Motorzeit finden, allerdings erst nachdem der IQ herauspartialisiert wurde. Schließlich konnten auch Netter und Rammsayer (1989) beobachten, dass Extravertierte schnellere Motorzeiten aufwiesen als Introvertierte. Dieser Unterschied ließ sich pharmakologisch sogar noch vergrößern, indem den Probanden der selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer Fluoxetin verabreicht wurde.

Einflüsse des Persönlichkeitsmerkmals Augmenting-Reducing sind also prinzipiell auf alle Verarbeitungsstufen denkbar. Durch die systematische Analyse der Latenzunterschiede der abgeleiteten Indikatoren sollte es möglich sein, die Loci der Einwirkung näher einzugrenzen. Tritt die  $P_3$  bei den Reducern später auf als bei den Augmentern und hält dieser Effekt auch in der „motor preparation“-Phase an, spräche dies für eine langsamere Reizevaluation in dieser Gruppe: Reducer benötigten (bzw. investierten) mehr Zeit zur Identifikation des eintreffenden Reizes. Wäre die  $P_3$ -Latenz in beiden Gruppen ähnlich, die EMG-Onset-Latenz jedoch bei den Reducern verzögert, ließen sich daraus Unterschiede in der Geschwindigkeit der Muskelkontraktion annehmen. Zeigten Reducer in der Reaktionsvorbereitungsphase eine schwächer ausgeprägte CNV bzw. eine geringere Herzrätendezeleration, würde dies evtl. eine Ablenkung von der Aufgabe indizieren, was eine schlechtere „Performance“ zur Folge hätte.

Neben diesen „Latenz-Mustern“ sind auch Mischfälle denkbar: Ein Beispiel dafür ist die Theorie der Extraversion von Brebner und Cooper. Sie versucht, interindividuelle Unterschiede in beiden Informationsverarbeitungsstufen in einem Modell zu integrieren. Brebner und Cooper (1974) vermuten, dass die Stärke der zentralen Aktiviertheit durch das Zusammenspiel von erregenden und hemmenden Potentialen bestimmt wird. Beide Potentiale können sowohl durch die Anforderung einer Stimulusanalyse als auch einer

Reaktionsorganisation induziert werden, d. h. Stimulation und Reaktion können – unabhängig voneinander – Erregung und Hemmung hervorrufen. Die so generierten Potentiale bezeichnen Brebner und Cooper einerseits als S(timulus)-Excitation bzw. S(timulus)-Inhibition, andererseits als R(esponse)-Excitation bzw. R(esponse)-Inhibition. Bei Extravertierten und Introvertierten wird ein Ungleichgewicht („Imbalance“) zwischen die durch Reiz und Reaktion hervorgerufenen Potentiale postuliert: Extravertierte gewinnen Erregung durch Reaktionsorganisation (R-Excitation), bauen aber bei Stimulation ohne Möglichkeit zur Reaktion hemmende Potentiale (S-Inhibition) auf. Introvertierte dagegen beziehen Erregung aus Stimulation (S-Excitation) und Hemmung aus Reaktion. Die daraus resultierenden Verhaltensunterschiede, zeigen sich bei Introvertierten eher in einem reflektierenden Verhaltensstil (sie sind „geared to inspect“) und bei Extravertierten eher in einem reaktiven, impulsiven Stil (sie sind „geared to react“). Brebner und Cooper (1978) führen einige Studien an, die die Richtigkeit ihrer Annahmen belegen sollen: Extravertierte zeigten in einer einfachen Reaktionszeitaufgabe schnellere Reaktionen; Introvertierten unterliefen dagegen in „catch-trials“<sup>1</sup> weniger Fehler. Bei der Darbietung von Dias nahmen sich Introvertierte mehr Zeit für die Betrachtung der Bilder; Extravertierte zogen einen selbst herbeigeführten Wechsel der Stimulation einer längeren Dauer der Stimulation vor. Brebner und Flavel (1978) beschreiben Extravertierte konsequenterweise als „response hungry“, Introvertierte als „stimulus hungry“. Auch die Latenz der P<sub>3</sub>-Komponente scheint einer neueren Studie von Brebner (1990) zufolge als Indikator dieser Persönlichkeitsunterschiede zu fungieren. Introvertierte bildeten die P<sub>3</sub> schneller aus als Extravertierte, diese reagierten aber letztlich schneller. Dieses paradoxe Ergebnis erscheint vor dem Hintergrund der Theorie von Brebner und Cooper plausibel: Einer früheren und intensiveren Stimulusanalyse (verbunden mit S-Excitation) der Introvertierten stehen schnellere Reaktionen (verbunden mit R-Excitation) der Extravertierten gegenüber.

Vor diesem Hintergrund wäre es also denkbar, dass eine schnellere Stimulusevaluation bei den Reducern (frühere P<sub>3</sub>-Latenz) durch eine beschleunigte Reaktionsausführung bei den Augmentern (früherer EMG-Onset) kompensiert werden könnte.

Schließlich sollte geprüft werden, ob sich evtl. bestehende Reaktionszeitunterschiede in der einfachen Reaktionszeitaufgabe auch bei einer komplexeren Aufgabe wiederfinden lassen, wie es verschiedene Studien zur Extraversion nahelegen (siehe Abschnitt 1.3.3, Seite 96). Daher wurde eine Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe dargeboten, bei der die Probanden je nach Stimulus entweder mit der rechten oder linken Hand reagieren sollten. Die Auswirkung der Persönlichkeit auf die so hinzukommende Verarbeitungsstufe „decision“ ließe sich somit überprüfen. Beständen im Gegensatz zur einfachen Reaktionszeitaufgabe keine Unterschiede mehr in der Reaktionszeit zwischen Augmentern und Reducern, wäre dies auf die komplexeren Informationsverarbeitungserfordernisse zurückzuführen.

---

<sup>1</sup> Versuchsdurchgänge, in denen der imperative Stimulus ausblieb und deshalb nicht zu reagieren war.

## 3.2 Methode des Experiments 2a: Replikation des Experiments 1

### 3.2.1 Stichprobe

Versuchspersonen waren 24 Augmenter (12 männlich, 12 weiblich) und 25 Reducer (13 männlich, 12 weiblich). Eine Person wurde als Augmenter klassifiziert, wenn sie einen Summenscore  $\geq 30$  aufwies, sie wurde als Reducer eingeteilt, wenn ihr Summenscore  $\leq 23$  betrug (die gegenüber Experiment 1 etwas heraufgesetzte Grenze für Reducer war erforderlich, weil es sich als ausserordentlich schwierig erwies, genügend Personen im niedrigeren Punktbereich für die Teilnahme am Versuch zu rekrutieren). Die Augmenter wiesen auf der RAS einen mittleren Punktwert von 36,96 auf, die Reducer einen Wert von 16,76. Das Durchschnittsalter lag in der Gruppe der Augmenter bei 27,58 Jahren (SD = 5,46; Range: 19 - 36), in der Gruppe der Reducer bei 28,44 Jahren (SD = 3,49; Range: 23 - 36). Tabelle 2.6 zeigt das mittlere Alter in Abhängigkeit von der Persönlichkeit und dem Geschlecht.

Tab. 2.6. Mittleres Alter in den Versuchsgruppen

	Augmenter	Reducer
männlich	28,92 (SD = 4,69)	26,92 (SD = 2,18)
weiblich	26,25 (SD = 6,05)	30,08 (SD = 3,96)

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, wichen die weiblichen Reducer in ihrem Alter von den anderen Probanden ab. Eine zwei-faktorielle Varianzanalyse über das Alter erbrachte eine signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ( $F(1, 45) = 5,35; p < .05$ ). Post hoc Analysen zufolge unterschieden sich die weibliche Reducer signifikant von den männlichen Reducern. Haupteffekte der Persönlichkeit oder des Geschlechts konnten hingegen nicht ermittelt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Altersmittelwerte soll bei den folgenden Analysen zusätzlich der Einfluß des Alters über Korrelationsberechnungen bestimmt werden. Im Falle von signifikanten Korrelationen wird dann die Variable „Alter“ als Kovariable in die varianzanalytische Auswertung hineingenommen.

Die Versuchspersonen erhielten für die Teilnahme an Experiment 2a eine Vergütung in Höhe von 40.-DM, Psychologiestudenten erhielten drei Versuchspersonenstunden bescheinigt.

### 3.2.2 „Radiotest“

Die Versuchsanordnung bestand aus zwei Teilabschnitten, einem sogenannten Radiotest und der Augmenting-Reducing Anordnung. Der „Radiotest“ wurde in Anlehnung an Kohn et al. (1987) durchgeführt. Während der Versuchsleiter die Elektroden anlegte, sollte die Versuchsperson die Lautstärke einer CD mit Mainstream-Pop so einstellen, daß es für sie angenehm war.

### 3.2.3 Versuchsplan des Augmenting-Reducing Paradigmas

Das Augmenting-Reducing Experiment war eine Replikation der Geräuscharbeitung von Experiment 1 (siehe Tab. 2.2) mit der Ausnahme, daß diesmal nur die höchsten drei Reizintensitäten (85 bis 105dB(A)) appliziert wurden. Eine genaue Beschreibung dieses Aufgabenteils findet sich in Abschnitt 1.1.2 (Seite 59). Dem Augmenting-Reducing Paradigma lag ein fünf-faktorieller Versuchsplan mit den unabhängigen Faktoren Persönlichkeit (zwei Stufen) und Geschlecht (zwei Stufen) und den Meßwiederholungsfaktoren Lokalisation (fünf Stufen), Reizintensität (drei Stufen), Durchgang (drei Stufen) und Trial (15 Stufen) zugrunde.

Die Abfolgen der Reizintensitäten wurden über die Persönlichkeitsgruppen vollständig randomisiert (siehe Tabelle 2.7).

Tab. 2.7. Dargestellt sind die sechs Abfolgen der Reizintensitäten und die Anzahl der Augmenter bzw. Reducer, die diese Abfolgen durchliefen.

	dB (A)			n	
	Aug.	Red.		Aug.	Red.
Abfolge 1:	85	105	95	5	5
" 2:	105	95	85	4	4
" 3:	95	85	105	3	4
" 4:	95	105	85	4	4
" 5:	105	85	95	5	5
" 6:	85	95	105	3	3
				24	25

Wiederum wurde pro Intensität 45 mal weißes Rauschen mit einer Dauer von 0,5 s und einer Anstiegszeit von 50ms dargeboten. Das ISI variierte zwischen 15 und 25 Sekunden (M = 20,04 s).

Zusätzlich wurden zwei weitere Telexperimente durchgeführt: Ein Habituationsexperiment und ein „Radiotest“.

### 3.2.4 Abhängige Variablen

#### *Physiologische Variablen*

Als physiologische Variablen wurden das EEG an den Lokalisationen Fz, Cz, C3, C4 und Pz, das vertikale EOG, das EKG, die Hautleitfähigkeit und das Fingerpulsvolumen aufgezeichnet. Zusätzlich wurde vor und nach dem Experiment der Blutdruck am linken Oberarm gemessen. Dabei wurden beim EKG und FPV fünf Sekunden vor dem Reiz als Prästimulus-Baseline erhoben und 10 Sekunden nach dem Reiz als Reaktivitätswerte. Die Hautleitfähigkeit wurde ab Reizbeginn 10 Sekunden lang aufgezeichnet und ausgewertet.

### *Subjektive Daten*

Das subjektive Befinden zu Beginn und am Ende des Experiments wurde anhand einer computerisierten Version des Emotionalitätsinventars (EMI) erfaßt. Die subjektive Wahrnehmung und Valenz der dargebotenen Geräusche wurde anhand zweier 7-stufiger Ratingskalen gemessen, die über einen Monitor dargeboten und per Tastatur bedient wurden. Weiterhin machten die Versuchsteilnehmer Angaben zu ihren Schlafgewohnheiten (tatsächliche und gewünschte Schlafdauer pro Nacht), ihrem Zigaretten-, Kaffee-, Alkohol- und Drogenkonsum.

### **3.2.5 Material und Geräte**

Material und Geräte unterschieden sich nur in geringem Maße von denen, die in Experiment 1 zur Anwendung kamen.

Die Geräusche wurden nicht mehr über Soundkarte, sondern PC-getriggert von einem Rauschgenerator (Fa. BRÜEL & KJAER, Typ 1405) ausgegeben. Mittels eines Amplitudenmodulators (Fa. OMTEC) wurde eine Anstiegszeit von 50 ms eingestellt. Die modulierten Geräusche passierten einen Vorverstärker (AC-Messverstärker, Fa. OMTEC), bevor sie über eine Endstufe (Fa. DYNACORD, Typ PAA 330, 250 Watt) auf die entsprechende Lautstärke transformiert wurden. Sie wurden über einen ca. 1 m vor der Person aufgebauten Lautsprecher (CORBY 115HE) dargeboten und mittels eines Schalldruckmessers (BRÜEL & KJAER; Typ 1613) in Höhe des Kopfes des Probanden kalibriert.

Der systolische und diastolische Blutdruck wurde automatisch mit einem Gerät der Fa. BOSCH + SOHN GMBH & CO (Typ BC 40) gemessen.

Die Materialien für die physiologischen Ableitungen waren mit denen des Experiments 1 identisch bis auf die hirnelektrischen Ableitungen: Das EEG wurde diesmal mit dem ECI-ELECTRO-CAP-SYSTEM gegen verbundene Mastoiden des rechten und linken Ohrs abgeleitet. Das vertikale EOG wurde zur Artefaktkontrolle am rechten Auge aufgenommen. Dazu dienten für die untere Position Beckmann Baby-Elektroden und Hellige-Elektrodenpaste, für die obere Position die FP<sub>2</sub>-Elektrode der ECI-ELECTRO-CAP und ECI-Electro-Gel.

Als CD für den „Radiotest“ wurde die CD 2 des Samplers „Pop Heaven“ (EMI ELECTROLA GMBH) ausgewählt. Die Darbietung begann mit dem Lied „I don't like Mondays“ von den Boomtown Rats. Die CD lief so lange, bis alle Elektroden vom Versuchsleiter angebracht waren. Die Musik wurde über den weiter oben beschriebenen Lautsprecher eingespielt. Das Regeln der Lautstärke erfolgte softwaregesteuert mittels Computermaus (Programm AUDIOSTATION; VOYETRA TECHNOLOGIES). Als der Versuchsleiter mit dem Anbringen der Elektroden fertig war, speicherte er die Lautstärkeeinstellungen ab.

Die Audiometrie wurde für 10 Personen vom Fachbereich Sicherheitstechnik der BUGH Wuppertal in einer schallisolierten Kabine durchgeführt<sup>2</sup>, für 9 Probanden erfolgte die Messung über ein portables Gerät (Fa. SIEMENS Tonaudiometer - T 30) in einem ruhigen Raum. Die Hörschwellenbestimmung erfolgte separat für das rechte und linke Ohr. Für die 10 vom Fachbereich Sicherheitstechnik untersuchten Probanden wurde darüberhinaus zur Validierung der Methode eine orthoskopische Begutachtung der Ohren vorgenommen.

### 3.2.6 Versuchsablauf

Das Experiment fand in einem ca. 9 m<sup>2</sup> großen schallsolierten und klimatisierten Labor der BUGH Wuppertal statt. Nachdem „informed consent“ erhoben worden war (siehe Anhang), wurden die Elektroden angelegt.

Zunächst wurde der Blutdruck gemessen. Im Anschluß daran wurde die Versuchsperson instruiert, während des Anlegens der Elektroden (EDA, EKG, Atmung und FPV) die Lautstärke einer CD mit Mainstream-Popmusik mittels Software so einzustellen, daß es für sie angenehm war. Nachdem die Elektroden angelegt worden waren und die eingestellte Lautstärke gespeichert worden war, wurde die computerisierte Version des Emotionalitätsinventars bearbeitet. Es folgte eine 5-minütige Ruhephase, während der die Probanden möglichst ruhig in einem Entspannungsstuhl sitzen sollten. Im Anschluß daran wurden die EEG- und EOG-Elektroden angelegt und das Augmenting-Reducing Experiment mit folgender Instruktion gestartet.

In diesem Teil des Experiments werden Sie Serien unterschiedlich lauter Geräusche hören. Sie müssen nichts weiter tun, als zuzuhören und, wenn Sie dazu aufgefordert werden, Ihre Wahrnehmung einzuschätzen.

Achten Sie bitte darauf, sich während der Geräuscharbeitung möglichst wenig zu bewegen und ein Zwinkern mit den Augen zu vermeiden.

Fixieren Sie bitte das Kreuz, das gleich in der Mitte des Bildschirms eingeblendet wird.

Abschließend erfolgte die erneute Einschätzung auf dem Emotionalitätsinventar, dann wurde die Versuchsperson „entkabelt“ und erneut ihr Blutdruck registriert. Zu diesem Experiment zählte auch eine Audiometrie zur Bestimmung der Hörschwelle, um den Einfluß der Hörleistung auf die Amplituden der evozierten Potentiale zu bestimmen. Diese konnte aus pragmatischen Gründen nicht zu einem für alle Versuchspersonen identischen Zeitpunkt durchgeführt werden. Es wurde jedoch darauf geachtet, daß sie nicht am Ende des Experiments 2a erfolgte, da die Hörleistung nach einem Geräuschexperiment für einige Zeit beeinträchtigt sein kann und somit eine zuverlässige Messung nicht gegeben wäre. Die Reihenfolge der übrigen Aufgabenblöcke war für jede Versuchsperson gleich. Die gesamte Dauer des Experiments betrug etwa 115 Minuten. Folgende Tabelle veranschaulicht den gesamten Versuchsablauf des Experiments 2a:

---

<sup>2</sup> Für die gute Zusammenarbeit und die Durchführung der Audiometrie sei Herrn Prof. Dr. Hofmann, Herrn Dr. Kralj und ganz besonders Frau Lahr aus dem Fachbereich Sicherheitstechnik gedankt.



Tab. 2.8. Der Versuchsablauf und die Dauer der einzelnen Versuchsblöcke des Experiments 2a.

Versuchsblöcke	Dauer in Minuten
1. Audiometrie	ca. 5 - 10 min
2. Blutdruckmessung	ca. 5 min
3. Anbringen der Elektroden + 4. "Radiotest"	ca. 10 - 15 min
5. Emotionalitätsinventar	ca. 1-2 min
6. Ruhephase	5 min
7. Anbringen des EEGs	ca. 15 min
8. Augmenting-Reducing Paradigma	ca. 50 min
9. Emotionalitätsinventar	ca. 1-2 min
10. Abnehmen der Elektroden	ca. 5 min
11. Blutdruckmessung	ca. 5 min
<b>Gesamt</b>	<b>ca. 100 min</b>

### 3.2.7 Parametrisierung und Auswertung

Die Parametrisierung und Auswertung der abhängigen Variablen des Augmenting-Reducing Experiments war weitgehend identisch mit den Angaben von Experiment 1 (siehe Abschnitt 1.1.6, Seite 64). Die Analyse der Hautleitfähigkeit erfolgte diesmal jedoch nicht auf Einzel-trial-Niveau, da bei einigen Probanden aufgrund technischer Defekte einzelne Trials nicht dargeboten werden konnten. Stattdessen wurden die Amplituden jeder in Intensitätsstufe (d. h. über je 40 - 45 Trials) gemittelt und einer Meßwiederholungsanalyse zugeführt. Dieses Vorgehen erscheint gerechtfertigt, da in der Analyse der Hautleitfähigkeit in Experiment 1 besonders die Replikation des Haupteffektes der Persönlichkeit interessierte.

Das EKG wurde diesmal nur bis acht Sekunden nach Reizbeginn mit 250 Hz aufgezeichnet.

Der systolische und diastolische Blutdruck wurde vom Versuchsleiter vom Blutdruckmeßgerät abgelesen und auf einem Protokollbogen eingetragen.

Die Audiometrie wurde in einem Frequenzbereich von 1000 bis 10000 Hz durchgeführt und der Hörverlust (in dB) für die einzelnen Frequenzen wurde auf einer Karte separat für das rechte und linke Ohr abgetragen. Für die Analyse wurde der maximale Hörverlust im Bereich von 1000 bis 8000 Hz für jedes Ohr herangezogen und der mittlere Hörverlust über diesen Frequenzbereich (1000 Hz-Schritte) als Meßwert bestimmt.

### 3.3 Methode des Experiments 2b: Untersuchung zur „aktiven“ Informationsverarbeitung

#### 3.3.1 Stichprobe

Sechzig Probanden wurden anhand ihrer Werte in der RAS als Augmenter bzw. Reducer rekrutiert. Eine Person wurde als Augmenter klassifiziert, wenn sie einen Summenscore  $\geq 30$  aufwies, sie wurde als Reducer eingeteilt, wenn ihr Summenscore  $\leq 23$  betrug. Von den ursprünglich 60 Teilnehmern wurden acht aus folgenden Gründen von der Auswertung ausgeschlossen: Zwei Probanden wichen in ihrem Alter (39 und 47 Jahre) deutlich vom Stichproben-Durchschnittsalter (28,22 Jahre) ab. Fünf Teilnehmer, die keine Fach- / Hochschulreife aufwiesen, wurden von der Auswertung ausgeschlossen, um Bildungseinflüsse auf die Leistungen in den Reaktionszeitaufgaben zu minimieren. Schließlich gab eine Probandin an, stark übermüdet zum Versuch erschienen zu sein. Die in die Auswertung einbezogene Stichprobe bestand aus 25 Augmentern (12 männlich, 13 weiblich) und 27 Reducern (13 männlich, 14 weiblich). Der mittlere RAS-Summenscore der Augmenter betrug 37,00, der Score der Reducer betrug 16,19. Das Durchschnittsalter lag in der Gruppe der Augmenter bei 27,16 Jahren ( $SD = 5,09$ ; Range: 19 - 36), in der Gruppe der Reducer bei 28,48 Jahren ( $SD = 3,63$ ; Range: 23 - 36), war jedoch nicht signifikant unterschiedlich ( $t(50) = 1,08$ ;  $p = n.s.$ ). Folgende Tabelle zeigt die Altersmittelwerte bei männlichen und weiblichen Augmentern bzw. Reducern.

Tab. 2.9. Mittleres Alter in den Versuchsgruppen.

	Augmenter	Reducer
männlich	27,42 (SD = 4,14)	26,46 (SD = 2,11)
weiblich	26,92 (SD = 5,99)	30,36 (SD = 3,79)

Die weiblichen Reducer waren etwas älter als die anderen Versuchsteilnehmer. Eine zweifaktorielle Varianzanalyse erbrachte jedoch nur eine in der Tendenz signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ( $F(1, 48) = 3,48$ ;  $p < .1$ ). Dementsprechend kann bei den weiteren Analysen der Einfluss des Alters auf verschiedene Persönlichkeitsunterschiede vernachlässigt werden. Es sollen jedoch zumindest bei den Verhaltensdaten und hier besonders bei den Reaktionszeitdaten zusätzliche Kovarianzanalysen mit der Kovariablen „Alter“ gerechnet werden, um für den tendenziellen Alterseffekt zu korrigieren.

Von den Teilnehmern wurden 49 als rechtshändig, 3 als linkshändig klassifiziert. Der zugrundegelegte Händigkeitfragebogen (das Edinburgh Handedness Inventory) ist im Anhang enthalten.

### 3.3.2 Versuchsplan der Reaktionszeitaufgaben

Die Teilnehmer bearbeiteten eine Einfach-Reaktionszeitaufgabe (Simple-Reaction-Task; SRT) und eine Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe (Choice-Reaction-Task; CRT). Beiden Reaktionszeitaufgaben lag ein je 3-faktorieller Versuchsplan mit den unabhängigen Faktoren Persönlichkeit (Augmenter vs. Reducer), Geschlecht und dem Meßwiederholungsfaktoren Zeit (1. Hälfte vs. 2. Hälfte) zugrunde. Darüberhinaus bildete die Bedingung „Go“-Trial vs. „Catch“-Trial bei der SRT einen zusätzlichen Faktor bei der Analyse der physiologischen Variablen.

#### Einfach-Reaktionszeitaufgabe

Als Einfachwahl-Reaktionszeitexperiment kam eine etwas abgewandelte Form der Reaktionszeitaufgabe aus dem ersten Experiment zur Anwendung. Es sollte auf den angekündigten Farbwechsel eines Computermonitors möglichst schnell per Tastendruck reagiert werden. Dabei gab es zwei unterschiedliche Versuchsbedingungen, die „Go“- und die „Catch“-Bedingung. Abbildung 2.29 stellt beide Versuchsdurchgänge schematisch gegenüber.

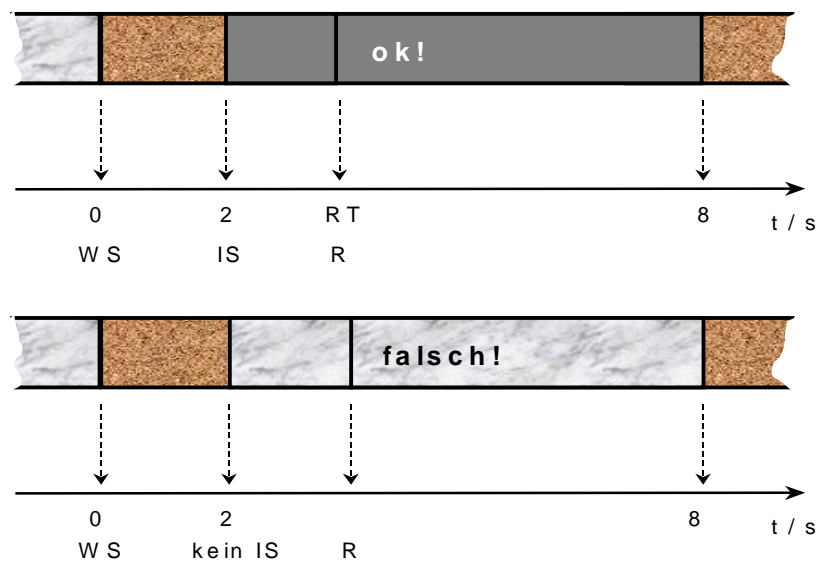


Abb. 2.29. Versuchsdurchgang „Go“ (oben) und „Catch“ (unten) der SRT (schematische Darstellung, Erläuterungen im Text)

Die obere Abbildung zeigt einen regulären Versuchsdurchgang (Go-trial). Dieser begann mit einem Warnreiz (WS), dem Wechsel der Bildschirmfarbe. Diese Alarmphase endete nach zwei Sekunden mit einem erneuten Farbwechsel zur Reaktionsfarbe, dem imperativen Stimulus (IS). Die Teilnehmer hatten darauf mit dem Druck auf die Leertaste einer vor ihnen liegenden Computertastatur zu reagieren. Unmittelbar danach wurde ihre Reaktion durch ein in der Mitte des Bildschirms eingeblendetes „ok!“ zurückgemeldet. Nach acht Sekunden begann der nächste Durchgang.

Die untere Abbildung zeigt einen Catch-trial: Dieser begann ebenso wie ein regulärer Versuchsdurchgang mit einem Warnreiz (WS), z. B. dem Wechsel von der Hintergrundfarbe schwarz zur Alarmfarbe rot. Nach zwei Sekunden erschien jedoch nicht die erwartete Reaktionsfarbe blau, sondern es folgte ein erneuter Wechsel zur Hintergrundfarbe schwarz. Aufgabe der Teilnehmer war es, in diesem Fall nicht zu reagieren. Wurde die Zieltaste fälschlicherweise doch gedrückt, erschien unmittelbar danach in der Mitte des Bildschirms die Rückmeldung „falsch!“. Nach acht Sekunden begann auch hier der nächste Versuchsdurchgang. Der Anteil der Catch-trials betrug 30 %. Die Bedeutung der drei Farben (schwarz, rot, blau) als Hintergrund-, Alarm- und Reaktionsfarbe wurde permutiert, um einen Einfluß bestimmter Farben auf das Ergebnis der Reaktionszeitaufgabe zu vermeiden (siehe Tab. 2.10).

Tab. 2.10. Die Farben der SRT und die Verteilung der Probanden auf die sechs Bedingungen.

				n		
		Warnfarbe	Reaktionsfarbe	Catch-Farbe	Aug.	Red.
Bedingung	1	rot	blau	schwarz	4	5
"	2	blau	rot	schwarz	5	5
"	3	rot	schwarz	blau	5	4
"	4	blau	schwarz	rot	4	5
"	5	schwarz	blau	rot	3	4
"	6	schwarz	rot	blau	4	4
					25	27

### Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe

Aufgabe war es, auf eine per Computermonitor dargebotene Ziffer möglichst schnell mit einem Tastendruck der rechten bzw. linken Hand zu reagieren. Abbildung 2.2 stellt einen Versuchsdurchgang des Experiments schematisch dar.

Ein Versuchsdurchgang begann mit einem Warnreiz WS, einem in der Mitte des Bildschirms für 500 ms eingeblendeten Fixationskreuz. Nach 1000 ms erschien an der Stelle des Kreuzes für 150 ms eine Ziffer zwischen 0 und 9. Aufgabe der Teilnehmer war es, in der einen Bedingung auf gerade Zahlen möglichst schnell mit der rechten Hand per Druck auf die „Bindestrich“-Taste (-), auf ungerade Zahlen mit der linken Hand per Druck auf die „Pfeil“-Taste (<) einer Computertastatur zu reagieren. In der anderen Bedingung galt die umgekehrte Zuordnung: Auf gerade Zahlen war durch einem Tastendruck mit der linken, auf ungerade Zahlen mit der rechten Hand zu reagieren. Beide Bedingungen wurden per Zufall auf die Probanden aufgeteilt. Unmittelbar nach dem Tastendruck wurde das Ergebnis des Durchgangs

durch ein auf dem Monitor eingeblendetes „ok!“ bzw. „falsch!“ zurückgemeldet. Nach etwa sieben Sekunden begann der nächste Versuchsdurchgang.

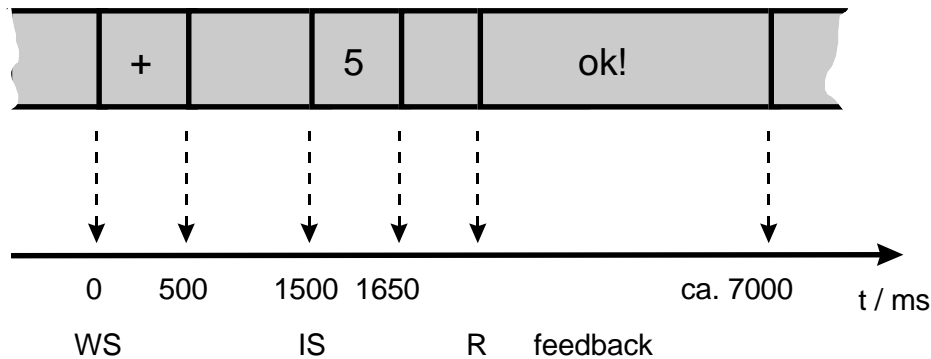


Abb. 2.30. Beispiel eines Versuchsdurchgangs der CRT (schematische Darstellung, Erläuterungen im Text)

Das Fixationskreuz, alle Ziffern und Rückmeldungen wurden in weißen, drei Zentimeter hohen und klar erkennbaren Zeichen auf schwarzem Hintergrund dargeboten. Der Anteil der Versuchsdurchgänge mit geraden und ungeraden Ziffern betrug jeweils 50 %. Die Zahlen wurden in zufälliger Reihenfolge dargeboten.

### 3.3.3 Abhängige Variablen

#### *Physiologische Variablen*

Die Herzrate wurde vier Sekunden vor und vier Sekunden nach dem imperativen Reiz aufgezeichnet.

Das EEG wurde an den Ableitorten Fz, C3, C4 und Pz für zwei Sekunden vor und drei Sekunden nach dem IS aufgezeichnet.

Das vertikale EOG wurde für zwei Sekunden vor und drei Sekunden nach dem IS aufgezeichnet.

Die Muskelaktivität (EMG) wurde am rechten und linken Unterarm (musculus extensor indicis) für drei Sekunden nach dem imperativen Reiz aufgezeichnet.

#### *Subjektive Daten*

Das subjektive Befinden zu Beginn und am Ende des Experiments wurde anhand einer computerisierten Version des Emotionalitätsinventars (EMI) erfasst. Zusätzlich wurden die Probanden gebeten, einen Fragebogen zum Reaktionszeitexperiment auszufüllen.

### *Verhaltensdaten*

In den Reaktionszeitexperimenten wurde die Reaktionszeit in ms gemessen und die Anzahl der Fehler protokolliert.

### **3.3.4 Material und Geräte**

Das Experiment fand in dem bereits beschriebenen Labor statt. Die für den Versuch relevanten Instruktionen, Stimuli und Rückmeldungen wurden über einen Steuerungsrechner (80486 DX-50 AT mit 8MB RAM) und angeschlossenen 20-Zoll-Farbmonitor (SAMSUNG SYNCMASTER 20GL) dargeboten, die Reaktionen mit einer handelsüblichen Computertastatur erfaßt. Der Monitor stand in etwa 1m Entfernung in Augenhöhe vor den Probanden, die Tastatur ruhte gut erreichbar auf den Armlehnen des Sessels. Während des gesamten Versuches konnten die Probanden per Gegensprechanlage zum Versuchsleiter Kontakt aufnehmen.

Das EEG wurde nach dem 10/20-System von Jasper (1958) an den vier Lokalisationen Fz, Pz, C3 und C4 mit dem ECI-ELECTRO-CAP-SYSTEM und ECI-Electro-Gel abgeleitet. Als Referenzelektroden dienen Beckman Ag/AgCl-Elektroden mit Hellige-Elektrodenpaste am rechten und linken Mastoiden. Um die Übergangswiderstände unter 5 k $\Omega$  zu halten, wurde die Kopfhaut an den Elektrodenpositionen mit alkoholgetränkten Wattestäbchen gereinigt. Zur Artefaktkontrolle wurde das vertikale EOG am rechten Auge aufgenommen. Dazu dienen für die untere Position Beckmann Baby-Elektroden und Hellige-Elektrodenpaste, für die obere Position die FP<sub>2</sub>-Elektrode der ECI-Electro-Cap und ECI-Electro-Gel.

Das EMG wurde am rechten und linken Unterarm der Probanden mit Beckman Ag/AgCl-Elektroden und Hellige-Elektrodenpaste aufgenommen. Um die Übergangswiderstände unter 10 k $\Omega$  zu halten, wurde die Haut zuvor mit alkoholgetränkten Cleanex-Tüchern gereinigt.

Das EKG wurde am rechten oberen Schlüsselbein und linken unteren Rippenbogen mit zwei Beckman Ag/AgCl-Elektroden und Hellige-EKG-Paste abgeleitet (modifizierte Einthoven-II-Ableitung).

Die Reaktionen und Reaktionszeiten in Millisekunden wurden ebenso wie die Befindlichkeitseinschätzungen des Emotionalitätsinventars auf dem Steuerungsrechner gespeichert und offline mit dem Statistikprogramm SPSS 8.0 analysiert. Die physiologischen Daten wurden über einen NIHON-KOHDEN-10-Kanal-Analogverstärker und einer AD-Wandler-Karte zu einem Aufzeichnungsrechner (80486 DX2 mit 16 MB RAM) geleitet und dort gespeichert. Die Parametrisierung der Daten erfolgte offline mit Hilfe von selbstentwickelten, auf der Programmiersprache C+ und G (LABVIEW) basierenden Mittelungs- und Auswerteprogrammen.

### 3.3.5 Versuchsablauf

Die Versuchssitzung begann mit der Begrüßung der Probanden. Nachdem „informed consent“ erhoben worden war (siehe Anhang), bearbeiteten die Probanden zu Beginn des Versuchs einen Händigkeitfragebogen, das Edinburgh Handedness Inventory (im Anhang enthalten).

Die Probanden nahmen im Laborsessel Platz und bearbeiteten die computerisierte Version des Emotionalitätsinventars. Danach wurden die Elektroden zur Messung des EKG und des EMG am linken Unterarm angelegt. Die Versuchssitzung begann mit einer fünfminütigen Ruhepause, anschließend erfolgte ein kurzer Versuch zur Bestimmung der Toleranz gegenüber thermischen Reizen (genaue Beschreibung siehe Abschnitt 5, Seite 179 ff.). Nach dem Anlegen der EEG- und der rechten EMG-Elektroden begannen die Reaktionszeitversuche mit der unter 3.3.2 beschriebene Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe. Nach einer ausführlichen, per Monitor dargebotenen Instruktion (siehe Anhang) bearbeiteten die Teilnehmer zunächst zehn Übungsdurchgänge, anschließend 100 Versuchsdurchgänge, die durch eine Pause nach 50 Durchgängen unterbrochen wurde. Der Versuchsteil dauerte etwa 15 Minuten. Es folgte die unter 3.3.2 beschriebene Einfach-Reaktionszeitaufgabe mit folgender Instruktion:

Nun folgt das Reaktionszeitexperiment. Ihre Aufgabe ist es, möglichst schnell auf einen Farbwechsel des Bildschirms (Alarm-Phase) mit der <Leer>-Taste zu reagieren. Der Bildschirm wird sich also in regelmäßigen Abständen für 2 Sekunden rot färben. Sobald er auf blau wechselt, sollen Sie reagieren. Reagieren Sie jedoch NICHT, wenn sich der Bildschirm schwarz färbt!

Legen Sie bitte Ihre Zeigefinger auf die <Leer>-Taste und reagieren Sie so schnell wie möglich!

Nach zehn Übungsdurchgängen, deren Ergebnisse nicht in die Auswertung eingingen, bearbeiteten die Probanden insgesamt 100 Versuchsdurchgänge. Die Gesamtdauer dieses Versuchsteils betrug etwa 20 Minuten. Abschließend wurde noch einmal die Befindlichkeit mit Hilfe des Emotionalitätsinventars erhoben. Tabelle 2.11 fasst den Versuchsablauf zusammen.

Tab. 2.11. Der Versuchsablauf und die Dauer der einzelnen Versuchsblöcke des Experiments 2b.

Versuchsblöcke	Dauer in Minuten
1. Händigkeitsfragebogen	ca. 1 - 2 min
2. Anbringen der Elektroden	ca. 10 - 15 min
3. Emotionalitätsinventar	ca. 1 - 2 min
4. Ruhephase	5 min
5. Wärmetoleranz-Test	ca. 1-2 min
6. Anbringen des EEGs und EMGs am rechten Unterarm	15 - 20 min
7. CRT-Übung	ca. 5 min
8. CRT	ca. 20 min
9. SRT-Übung	ca. 5 min
10. SRT	ca. 20 min
11. Emotionalitätsinventar	ca. 1 - 2 min
12. Abnehmen der Elektroden	ca. 5 min
<b>Gesamt</b>	<b>ca. 135 min</b>

### 3.3.6 Parametrisierung und Auswertung

#### Verhaltensdaten

Die individuellen Reaktionszeiten wurden für die jeweils erste und zweite Hälfte der Experimente (Versuchsdurchgänge 1 bis 50 und 51 bis 100) berechnet. Außerdem wurden (getrennt für die Experimente) die individuellen Streuungen der Reaktionszeiten über die 100 Versuchsdurchgänge bestimmt. Reaktionszeiten unter 100 ms und über eine Sekunde wurden als Fehler entsprechend der Vorgehensweise nach Reed und Derryberry (1995) von der Auswertung ausgeschlossen.

Es wurden drei Arten von Fehlern bestimmt: Ein Ausbleiben der Reaktion in einem regulären Versuchsdurchgang wurde als *Omissions-Fehler* gewertet, wenn bis zwei Sekunden nach Reiz-Onset nicht reagiert wurde. Als *Commissions-Fehler* galt eine Reaktion in einem „Catch“-Trial, d. h. einem Trial in der SRT, in dem nicht reagiert werden sollte. Als dritte Fehlerart wurde in der CRT die Zahl der *Richtungsfehler* (als Maß der Verwechslungshäufigkeit der Zieltasten) berechnet. Ein Richtungsfehler wurde dann verbucht, wenn der Proband mit der falschen Hand reagierte, d. h. wenn beispielsweise mit links reagiert werden sollte, die Reaktion aber rechts erfolgte.

Für zwei Versuchsteilnehmer konnten aufgrund eines Fehlers in einem Teil der Experimente keine Reaktionszeiten und Fehlerzahlen berechnet werden. Bei einem Teilnehmer trat gegen Ende der SRT ein technisches Problem auf; seine Reaktionszeiten wurden nur für die erste Hälfte der SRT bestimmt.



### *Physiologische Daten*

Die EMG-Signale wurden mit einer Zeitkonstante von 0,03 Sekunden und einer oberen Grenzfrequenz von 500 Hz abgeleitet und mit einer Abtastrate von 1000 Hz digitalisiert, gespeichert und offline analysiert. Die Aufzeichnung während der Reaktionszeitexperimente begann jeweils eine Sekunde vor dem imperativen Stimulus und dauerte drei Sekunden. Zur Aufbereitung der EMG-Daten wurden die Signale zuerst gleichgerichtet, mit 5 Hz tiefpaßgefiltert und mit 100 Hz abgespeichert. Die Meßstrecken wurden getrennt für die linke und rechte Hand über alle Versuchsdurchgänge des Teils I der CRT und über die Go-trials der SRT gemittelt. Schließlich wurden für jeden Probanden die Grand Averages über die rechte und linke Hand gebildet und im ASCII-Format ausgegeben.

Zur Parametrisierung des so gewonnenen Signals wurden neben der maximalen Amplitude und der Latenz bis zur Ausbildung der maximalen Amplitude die sogenannte 10 %-Onset-Latenz bestimmt. Dazu wurde der Zeitpunkt berechnet, bei dem das gemittelte Signal 10 % der maximalen Amplitude überschritt.

Die EEG- und EOG-Signale wurden mit einer Zeitkonstante von 10 Sekunden und einer oberen Grenzfrequenz von 35 Hz abgeleitet und mit einer Abtastrate von 250 Hz digitalisiert, gespeichert und offline analysiert. Die Aufzeichnung begann jeweils zwei Sekunden vor dem imperativen Stimulus und dauerte fünf Sekunden. Zur Parametrisierung wurden die Meßstrecken der EEG-Signale für jeden Probanden getrennt nach Versuchsteil (SRT, CRT) und Bedingung (Go- und Catch-trial) gemittelt. Das EOG diente dabei zur Artefaktkontrolle: Durch Augenbewegungen und Lidschläge hervorgerufene EEG-Anteile wurden von dem Auswerteprogramm vor der Mittelung regressionsanalytisch aus dem EEG herausgerechnet.

Zur Parametrisierung wurden die Amplituden und Latenzen der interessierenden Peaks ( $N_1$  und  $P_3$ ) mittels eines LABVIEW-Programms (Version 5.0) bestimmt. Dazu wurden in festgelegten Zeitfenstern, in denen diese Komponenten auftraten, die maximale Positivierung bzw. Negativierung gesucht. Die Zeitfenster lagen bei 100 bis 250 ms für die  $N_1$ - und bei 300 bis 600 ms für die  $P_3$ -Komponente. Die so berechneten Parameter (Amplituden und Peak-Latenzen) wurden einer statistischen Analyse unterzogen.

Weiterhin wurde aus dem EEG die Contingente Negative Variation (CNV) berechnet. Zur Bestimmung der terminalen CNV (tCNV) diente ein Zeitfenster von 200 ms vor dem imperativen Reiz. Hier wurde die mittlere Amplitude über 200 ms in Bezug auf eine 200 ms-Baseline bestimmt.

Das EKG wurde mit 250 Hz digitalisiert. Bei der SRT und CRT wurde die Herzrate vor und nach der Darbietung des imperativen Reizes jeweils vier Sekunden aufgezeichnet. Zur Bestimmung des Herzratenverlaufs wurden die R-R-Intervalle in Schläge pro Minute umgerechnet und die einzelnen Schläge auf Ein-Sekunden-Abschnitte interpoliert. Das Analysepro-

gramm arbeitete mit selbstoptimierenden Filtern und dynamischen Kriterien. In die Baseline gingen die ersten drei Sekunden ein; nach dem Reiz wurden fünf Sekunden analysiert.

### *Statistische Absicherung*

Zur statistischen Absicherung der Ergebnisse wurden größtenteils Meßwiederholungsanalysen nach dem Allgemeinen Linearen Modell (Prozedur GLM) berechnet mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Bedingung und Versuchshälfte. Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurden 5 % für die zweiseitige Fragestellung angenommen. Für Meßwiederholungsanalysen wurde vom  $\epsilon$ -korrigierten p-Wert ausgegangen. Alle Analysen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS 8.0 durchgeführt.

### 3.4 Ergebnisse Experiment 2a

Zunächst sollen die Ergebnisse der zentralnervösen Variablen dargestellt werden, dann die der peripher-physiologischen Maße und schließlich die Ergebnisse der subjektiven Variablen.

#### 3.4.1 Zentralnervöse Variablen

##### $P_1-N_1$

In der  $P_1-N_1$ -Amplitude konnten signifikante Haupteffekte der Lokalisation ( $F(4, 180) = 75,67$ ;  $p < .01$ ) und der Intensität ( $F(2, 90) = 25,28$ ;  $p < .01$ ) beobachtet werden. Die Amplituden auf allen Lokalisationen unterschieden sich signifikant voneinander, bis auf Fz und C4. Die höchsten Amplituden waren auf Cz zu finden, die niedrigsten auf Pz. Dazwischen lagen C3, C4 und Fz. Der Haupteffekt der Intensität beruhte post hoc Analysen zufolge auf einem signifikanten Amplitudenunterschied zwischen 85 und 105dB(A), sowie zwischen 95 und 105dB(A). In der 85 und 95dB-Bedingung unterschieden sich die Amplituden nicht signifikant voneinander. Eine zweifach-Interaktion zwischen Lokalisation und Intensität erreichte Signifikanz ( $F(8, 360) = 10,63$ ;  $p < .01$ ). Post hoc Analysen ergaben hier, dass dieser Effekt darauf zurückzuführen war, dass auf Fz und C4 auch die Amplituden auf 85 und 95dB unterschiedlich waren, auf Pz jedoch nahezu identisch.

Da in der Stichprobe weibliche Reducer älter waren als männliche Reducer, wurde eine Pearson-Korrelation gerechnet, um den Einfluß des Alters auf die Reaktivität in der  $P_1-N_1$ -Amplitude zu prüfen. Das Ergebnis war mit  $r = -.32$  signifikant. Eine anschließend durchgeführte Meßwiederholungsanalyse mit der Kovariablen „Alter“ erbrachte neben den oben beschriebenen Effekten zursätzlich nur einen signifikanten Haupteffekt des Faktors „Alter“ ( $F(1, 44) = 6,54$ ;  $p < .05$ ).

##### $N_1-P_2$

Die Analyse der  $N_1-P_2$ -Amplitude erbrachte signifikante Haupteffekte der Lokalisation ( $F(4, 180) = 70,36$ ;  $p < .01$ ), der Intensität ( $F(2, 90) = 16,93$ ;  $p < .01$ ) und des Geschlechts ( $F(1, 45) = 10,05$ ;  $p < .01$ ). Dem Haupteffekt der Lokalisation zufolge unterschied sich die Reaktivität auf allen Lokalisationen, ausser auf Fz, Pz und C4. Die höchsten Amplituden konnten auf Cz beobachtet werden, die niedrigsten auf Fz. C3, C4 und Pz lagen dazwischen. Eine signifikante zweifache Interaktion zwischen Lokalisation und Geschlecht ( $F(4, 180) = 3,91$ ;  $p < .05$ ) schränkte den Lokalisationseffekt jedoch ein. Nur die weiblichen Probanden zeigten unterschiedliche Amplituden auf Fz und C3 sowie auf Fz und C4 (jeweils höhere Amplituden auf den zentralen Lokalisationen). Nur die männlichen Probanden hingegen zeigten unterschiedliche Amplituden auf Pz und C3 und C3 und C4 (auf C3 waren höhere Amplituden zu beobachten). Der Haupteffekt der Intensität beruhte auch hier auf signifikanten Reaktivitätsunterschieden zwischen 85 und 105dB(A) sowie zwischen 95 und 105dB(A). Eine signifikante zweifach-Wechselwirkung zwischen Lokalisation und Intensität ( $F(8, 360) = 6,36$ ;  $p < .01$ )

indizierte auch einen signifikanten Unterschied zwischen 85 und 95dB auf Cz. Der Geschlechtereffekt kam zustande aufgrund höherer Amplituden bei weiblichen Probanden. Ein Haupteffekt der Persönlichkeit konnte nicht beobachtet werden ( $F(1, 45) = 1,43; p > .1$ ). Zwar waren bei den Augmentern niedrigere Amplituden zu beobachten als bei den Reducern (siehe Abbildung 2.31), dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant.

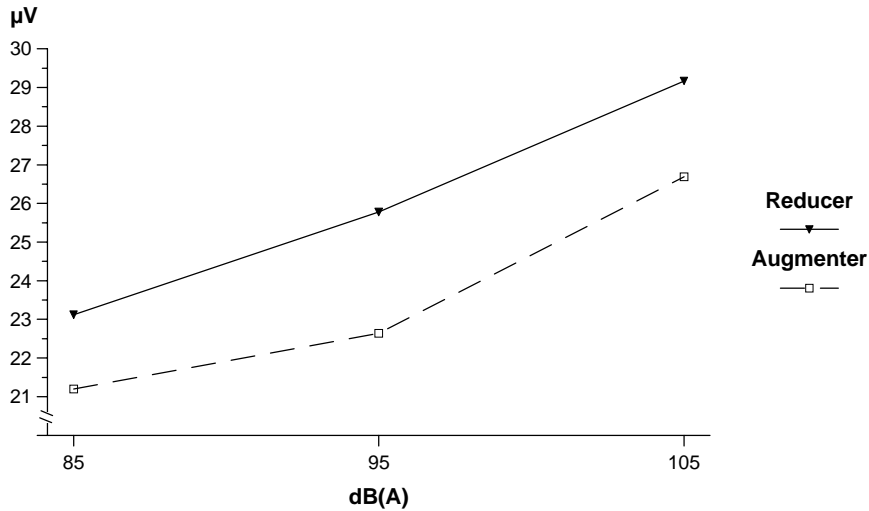


Abb. 2.31. Augmenter zeigten zwar niedrigere  $N_1$ - $P_2$ -Amplituden als Reducer, dieser Effekt war jedoch nicht signifikant.

Abbildung 2.32 zeigt die Grand Averages der Augmenter und Reducer bei 105dB.

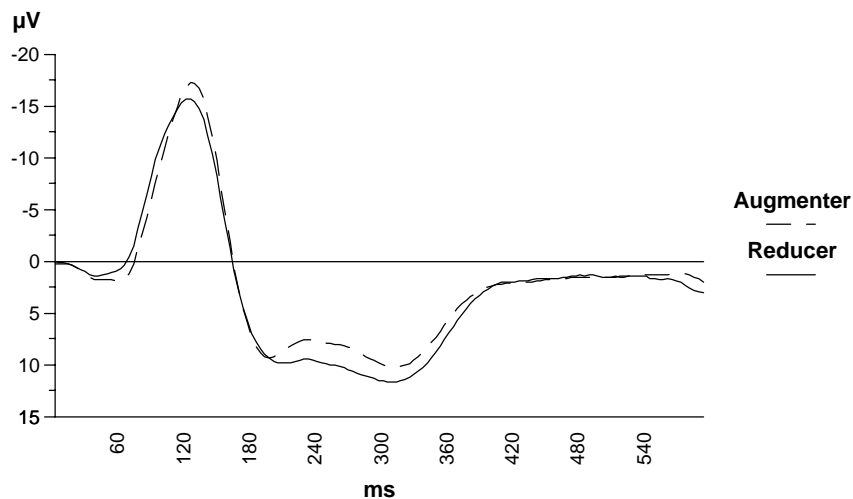


Abb. 2.32. Grand Averages über alle Lokalisationen für Augmenter und Reducer bei 105dB. Bei beiden Gruppen waren ähnliche Amplituden zu beobachten.

Die durchschnittliche  $N_1$ - $P_2$ -Amplitude auf 105dB betrug bei den Augmentern  $26,65 \mu\text{V}$  ( $SD = 10,29$ ), bei den Reducern  $29,17 \mu\text{V}$  ( $SD = 8,96$ ).

Es konnte jedoch eine tendenziell signifikante Interaktion zwischen Lokalisation und Persönlichkeit festgestellt werden ( $F(4, 180) = 2,73; p < .1$ ). Post hoc Analysen zufolge war diese Interaktion darauf zurückzuführen, dass sich nur auf der Lokalisation Pz die Gruppen voneinander unterschieden. Dort zeigten Augmenter signifikant niedrigere Amplituden als Reducer.

Auch in der  $N_1$ - $P_2$ -Komponente war der Einfluß des Alters signifikant ( $r = -.29$ ), d. h. ältere Probanden wiesen niedrigere Amplituden auf. Um die altersbedingten Effekte auf die  $N_1$ - $P_2$ -Komponente zu korrigieren, wurde auch hier eine Meßwiederholungsanalyse mit der Kovariable „Alter“ durchgeführt. Neben den Haupteffekten Lokalisation ( $F(4, 176) = 12,06; p < .01$ ), Alter ( $F(1, 44) = 6,68; p < .05$ ) und Geschlecht ( $F(1, 44) = 11,82; p < .01$ ) konnten auch signifikante Interaktionen zwischen Alter und Lokalisation ( $F(4, 176) = 6,00; p < .01$ ), Geschlecht und Lokalisation ( $F(4, 176) = 4,63; p < .01$ ) und Persönlichkeit und Lokalisation ( $F(4, 176) = 3,87; p < .05$ ) beobachtet werden.

### $P_1$

Die Analyse der  $P_1$ -Komponente erbrachte signifikante Haupteffekte der Lokalisation ( $F(4, 180) = 6,60; p < .01$ ) und der Intensität ( $F(2, 90) = 6,49; p < .01$ ). Auf Cz waren die höchsten Amplituden zu finden, auf Pz die niedrigsten. Nicht signifikant unterschiedlich waren die Amplituden auf C3 und C4, auf C3 und Fz, auf C4 und Fz und auf Fz und Pz. Der Haupteffekt der Intensität war zurückzuführen auf signifikant höhere Amplituden auf 105dB im Vergleich zu 95 und 85dB. Die beiden niedrigeren Intensitätsstufen führten nicht zu unterschiedlichen Amplituden.

Die Korrelation zwischen der  $P_1$ -Komponente und dem Alter betrug  $r = .06$  und war nicht signifikant.

### $N_1$

Die  $N_1$ -Komponente war unterschiedlich ausgeprägt auf unterschiedlichen Lokalisationen (Haupteffekt der Lokalisation;  $F(4, 180) = 67,14; p < .01$ ). Lediglich auf C4 und Fz und auf Fz und Pz war sie nicht unterschiedlich ausgeprägt. Die höchsten Amplituden konnten auf Cz gefunden werden, die niedrigsten auf Pz. Ebenso variierte die  $N_1$  mit der Reizintensität (Haupteffekt Intensität;  $F(2, 90) = 14,55; p < .01$ ). Hier waren die Amplituden auf 105dB höher als die auf 95 oder 85dB. Die beiden niedrigeren Intensitätsstufen führten nicht zu unterschiedlichen Amplituden. Weiterhin war eine signifikante Interaktion zwischen Lokalisation und Intensität zu beobachten ( $F(8, 360) = 9,43; p < .01$ ). Weitere Analysen ergaben hier, dass dieser Effekt darauf zurückzuführen war, dass auf Fz und C4 auch die Amplituden auf 85 und 95dB unterschiedlich waren, auf Pz jedoch nahezu identisch.

Der Einfluß des Alters auf die  $N_1$ -Komponente war gering ( $r = -.28$ ). Eine nachträglich durchgeführte Kovarianzanalyse mit Meßwiederholung erbrachte einen zusätzlichen Haupteffekt des Alters ( $F(1, 44) = 5,90; p < .02$ ).

$P_2$ 

Die  $P_2$ -Komponente variierte mit der Lokalisation (Haupteffekt Lokalisation;  $F(4, 180) = 21,05$ ;  $p < .01$ ) dahingehend, dass die größten Amplituden auf Cz zu finden waren, die kleinsten auf Fz. Nicht signifikant unterschiedlich waren die Amplituden auf C3 und C4, auf C3 und Fz und auf C4 und Fz. Hier zeigte sich jedoch eine tendenziell signifikante Geschlechtsabhängigkeit (Interaktion zwischen Lokalisation und Geschlecht;  $F(4, 180) = 2,64$ ;  $p < .1$ ). Männliche Probanden zeigten ähnliche Amplituden auf C4 und Fz und auf Fz und Pz, wohingegen weibliche Probanden auf diesen Lokalisationen unterschiedliche Amplituden zeigten ( $C4 > Fz > Pz$ ). Ein signifikanter Haupteffekt der Intensität konnte nicht beobachtet werden. Allerdings zeigte sich eine signifikante zweifach-Interaktion zwischen Lokalisation und Intensität ( $F(8, 360) = 4,06$ ;  $p < .01$ ). Weitere Analysen konnten zeigen, dass ein Intensitätseffekt nur auf Pz gegeben war, mit den höchsten Amplituden bei 105dB. Weiterhin konnte ein Haupteffekt des Geschlechts beobachtet werden ( $F(1, 45) = 10,68$ ;  $p < .01$ ). Weibliche Versuchsteilnehmer wiesen signifikant höhere Amplituden auf als männliche Teilnehmer. Eine weitere Interaktion zwischen Lokalisation und Persönlichkeit erreichte Signifikanz ( $F(4, 180) = 3,19$ ;  $p < .05$ ). Hier ergaben weitergehende Analysen signifikant unterschiedliche Amplitudenverläufe für Augmenter und Reducer auf Pz (siehe Abbildung 2.33).

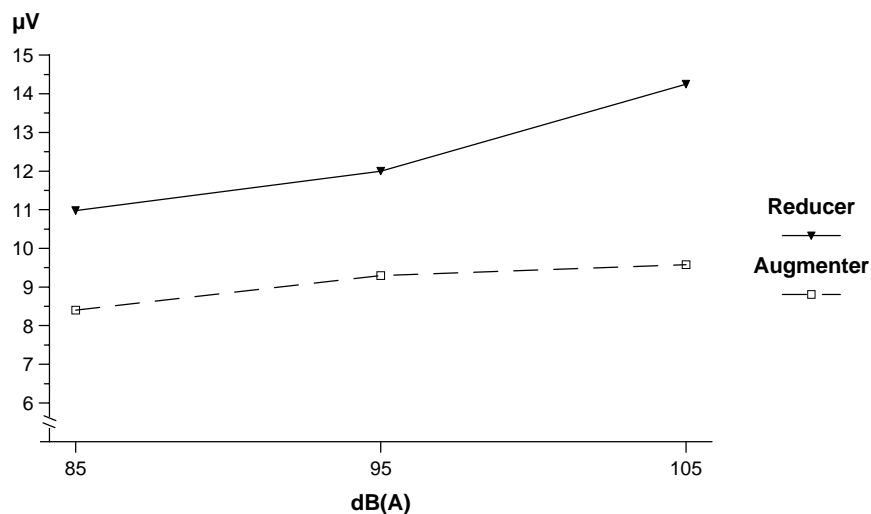


Abb. 2.33. Amplitudenverläufe in der  $P_2$ -Komponente auf Pz für Augmenter und Reducer. Augmenter zeigten niedrigere Amplituden als Reducer.

Augmenter reagierten über alle Intensitäten hinweg schwächer als Reducer.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der  $P_2$ -Komponente und dem Alter bestand nicht ( $r = .12$ ).

### 3.4.2 Peripher-physiologische Variablen

#### EDA

Die Analyse der Hautleitfähigkeitsmagnituden erbrachte einen signifikanten Haupteffekt der Intensität ( $F(2, 90) = 20,56$ ;  $p < .01$ ). In jeder Intensitätsstufe unterschieden sich die Magnituden signifikant voneinander.

Abbildung 2.34 zeigt die Magnitudenverläufe in den Persönlichkeitsgruppen:

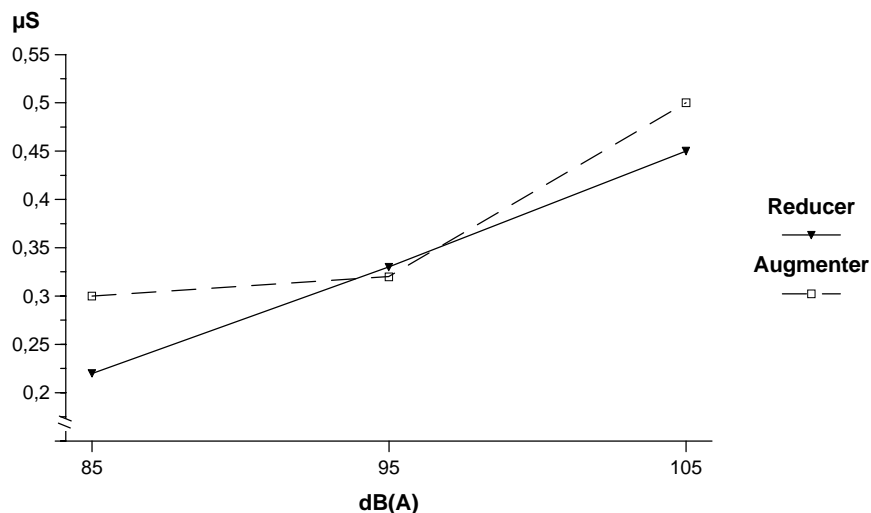


Abb. 2.34. Hautleitfähigkeitsreaktionen von Augmentern und Reducern auf die drei Reizintensitäten. Signifikante Gruppenunterschiede konnten nicht ermittelt werden.

Wie aus der Abbildung hervorgeht, konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Persönlichkeitsgruppen beobachtet werden. Augmenter und Reducer zeigten einen ähnlichen Reaktionsverlauf. Die Korrelation zwischen dem Alter und den Hautleitfähigkeitsmagnituden betrug  $r = .05$  und war nicht signifikant.

Signifikante Unterschiede in der Ausgangslage zwischen den Gruppen bestanden nicht. Beide Gruppen wiesen während vier Minuten etwa 12 NSSCRs auf. Es zeigte sich jedoch ein Haupteffekt des Geschlechts dahingehend, dass männliche Probanden vermehrt elektrodermale Spontanfluktuationen aufwiesen als weibliche Probanden ( $F(1, 45) = 9,27$ ;  $p < .01$ ). Dieser Effekt schien jedoch tendenziell von der Persönlichkeit abhängig zu sein. So wiesen männliche Augmenter mehr Spontanfluktuationen auf als weibliche Augmentern (tendenziell signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht;  $F(1, 45) = 3,48$ ;  $p < .1$ ).

#### EKG

Die Analyse des EKGs über die ersten vier Sekunden nach Reizbeginn erbrachte einen signifikanten Haupteffekt der Intensität ( $F(2, 90) = 11,02$ ;  $p < .01$ ) und der Sekunde ( $F(3, 135) = 16,47$ ;  $p < .01$ ). Der Haupteffekt der Intensität bestand aus einer zunehmenden Akzeleration mit zunehmender Reizintensität. Der Haupteffekt der Sekunde indizierte eine zunehmende Akzeleration von Sekunde eins zu Sekunde vier. Weiterhin konnte eine tendenziell signifi-

kante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht beobachtet werden ( $F(1, 45) = 2,87$ ;  $p < .1$ ). Weitergehende Analysen ergaben hier, dass weibliche Reducer und männliche Augmenter mehr Akzeleration zeigten als männliche Reducer.

Ein Haupteffekt der Persönlichkeit war nicht festzustellen. Abbildung 2.35 zeigt die Herzratenverläufe von Augmentern und Reducern getrennt für jede dB-Stufe.

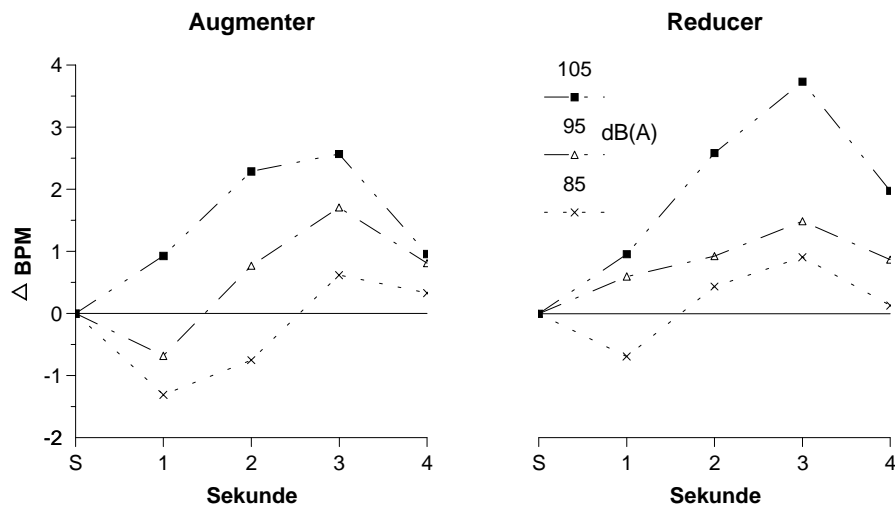


Abb. 2.35. Die Herzratenänderungen gegenüber der Baseline von Augmentern und Reducern auf die drei Reizintensitäten (gemittelt über die jeweils ersten fünf Stimuli).

Analog zum Vorgehen in Experiment 1 wurde auch hier der Herzratenverlauf für jede Intensitätsstufe separat analysiert. In der 85dB-Bedingung konnte nur ein signifikanter Haupteffekt der Sekunde beobachtet werden ( $F(3, 135) = 13,03$ ;  $p < .01$ ), d. h. eine zunehmende Akzeleration von Sekunde eins zu Sekunde vier. In der 95dB-Bedingung war dies ebenso der einzige Effekt ( $F(3, 135) = 4,60$ ;  $p < .05$ ). Bei 105dB konnte neben einem Haupteffekt der Sekunde ( $F(3, 135) = 11,33$ ;  $p < .01$ ) auch ein tendenziell signifikanter Geschlechtseffekt entdeckt werden ( $F(1, 45) = 3,57$ ;  $p < .1$ ). Weibliche Probanden reagierten mit mehr Akzeleration als männliche Probanden.

Die Analyse der maximalen Akzeleration erbrachte einen signifikanten Haupteffekt der Intensität ( $F(2, 90) = 9,27$ ;  $p < .01$ ). Auf den 105dB-Stimulus erfolgte eine stärkere Akzeleration als auf den 95 und 85dB-Reiz und auf 95 erfolgte wiederum eine stärkere Akzeleration als auf 85dB. Signifikante Korrelationen mit dem Alter waren nicht zu beobachten.

Nur in der Tendenz signifikant war der Haupteffekt der Intensität für die maximale Dezeleration ( $F(2, 90) = 3,10$ ;  $p < .1$ ). Demnach unterschieden sich nur die Dezelerationen zwischen 105 und 95 bzw. 105 und 85dB. Die Probanden reagierten bei 105dB mit der geringsten Dezeleration.



Weiterhin wurde die mittlere Herzrate in der Prästimulus-Baseline während der ersten fünf Reize jeder Intensität analysiert. Es konnte ein Haupteffekt der Persönlichkeit beobachtet werden ( $F(1, 45) = 6,08$ ;  $p < .05$ ). Augmenter wiesen im Mittel eine Herzrate von 66,73 BPM auf ( $SD = 7,50$ ), Reducer 74,25 ( $SD = 12,65$ ). Abbildung 2.36 zeigt die Unterschiede zwischen den Persönlichkeitsgruppen.

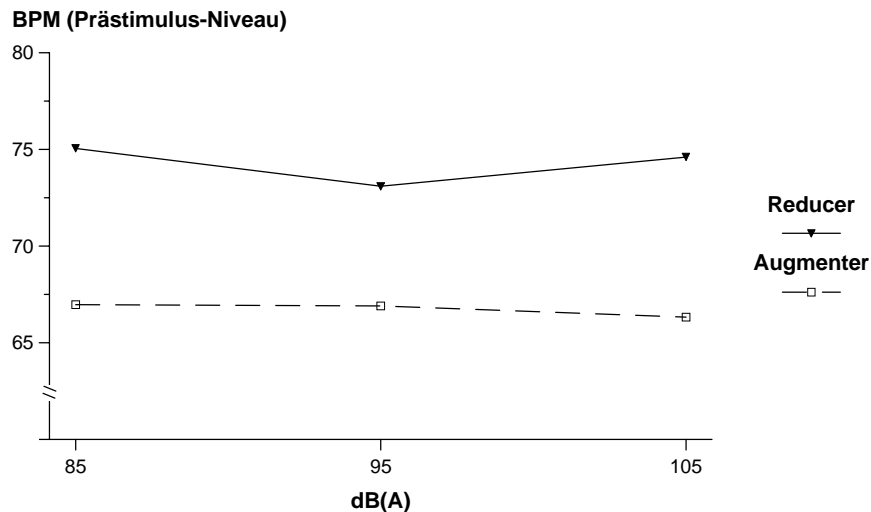


Abb. 2.36. Unterschiede in der Prästimulus-Baseline zwischen Augmentern und Reducern. Augmenter wiesen eine niedrigere Herzrate auf als Reducer.

Wie zu erkennen ist, wiesen Augmenter über alle Reizintensitäten eine niedrigere mittlere Herzrate auf als Reducer. Es zeigte sich aber auch eine tendenziell signifikante Interaktion zwischen Intensität und Geschlecht ( $F(2, 90) = 3,10$ ;  $p < .1$ ). Männliche Probanden zeigten von 85 auf 95dB eine Abnahme der Herzrate, während weibliche Probanden in diesem Intensitätsbereich mit einer Herzfrequenzzunahme reagierten. Signifikante Zusammenhänge zwischen der Prästimulus-Herzrate und dem Alter bestanden nicht ( $r = .02$ ,  $r = -.08$  und  $r = -.05$  für 85, 95 und 105dB).

In der Ausgangslage zeigte sich ein tendenziell signifikanter Haupteffekt der Persönlichkeit ( $F(1, 45) = 3,25$ ;  $p < .1$ ). Augmenter wiesen niedrigere Herzraten auf als Reducer. Hinsichtlich des MQSD zeigten sich keine signifikanten Persönlichkeits- oder Geschlechtseffekte.

### Blutdruck

Der Blutdruck wurde jeweils vor und nach dem Experiment gemessen. Für den systolischen und diastolischen Blutdruck wurde je eine Meßwiederholungsanalyse mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht und Zeit gerechnet. Für den systolischen Blutdruck ergab sich ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts ( $F(1, 45) = 5,21$ ;  $p < .05$ ). Weibliche Probanden wiesen einen niedrigeren Blutdruck auf ( $M = 112,96$  mm/Hg;  $SD = 12,68$ ) als männliche Versuchsteilnehmer ( $M = 120,58$  mm/Hg;  $SD = 10,39$ ). Weitere Haupteffekte konnten nicht gefunden werden. Allerdings zeigte sich eine signifikante dreifach-Interaktion zwischen Persön-

lichkeit, Geschlecht und Zeit ( $F(1, 45) = 7,42; p < .01$ ). Zusätzliche Analysen erbrachten hier, dass sich lediglich männliche Reducer von weiblichen Reducern nach dem Experiment signifikant unterschieden. Während männliche Reducer einen Anstieg des Blutdrucks zum Ende des Experiments hin zeigten, war bei weiblichen Reducern eine leichte Blutdruckabnahme zu beobachten. Männliche Reducer wiesen nach dem Experiment mit 124,92 mm/Hg (SD = 11,06) einen um 16,34 mm/Hg höheren Blutdruck auf als weibliche Reducer ( $M = 108,58; SD = 14,92$ ). Abbildung 2.37 zeigt den systolischen Blutdruck getrennt für Persönlichkeit, Geschlecht und Zeit.

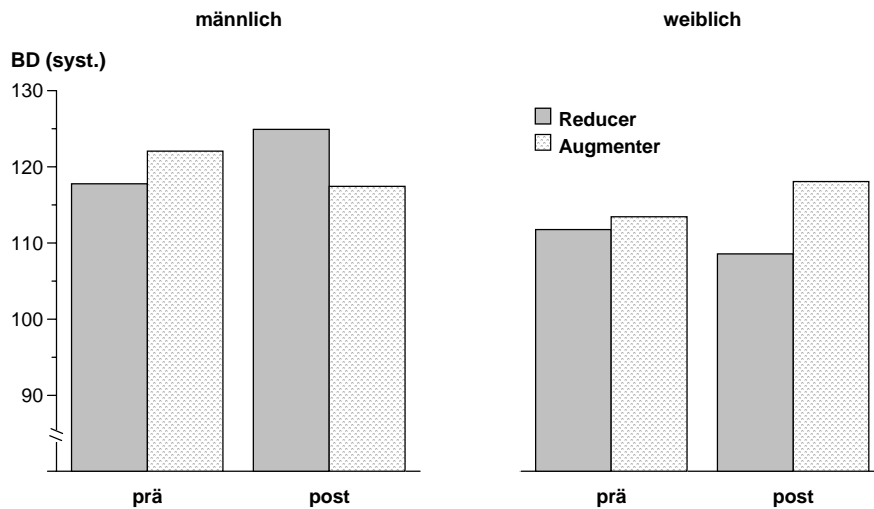


Abb. 2.37. Dargestellt ist der systolische Blutdruck vor (prä) und nach (post) dem Experiment für männliche Probanden (links) und weibliche Probanden (rechts).

Die Meßwiederholungsanalyse über den diastolischen Blutdruck erbrachte keinerlei signifikante Effekte. Signifikante Korrelationen zwischen systolischem bzw. diastolischem Blutdruck und dem Alter bestanden nicht

### 3.4.3 Audiometrie

Aufgrund von terminlichen Problemen konnte die Audiometrie nicht bei allen Probanden vorgenommen werden. Somit basieren die hier berichteten Daten auf einer Stichprobe von 19 Augmentern (9 männlich, 10 weiblich) und 19 Reducern (9 männlich, 10 weiblich). Abbildung 2.38 zeigt den mittleren Hörverlust für Augmenter und Reducer.

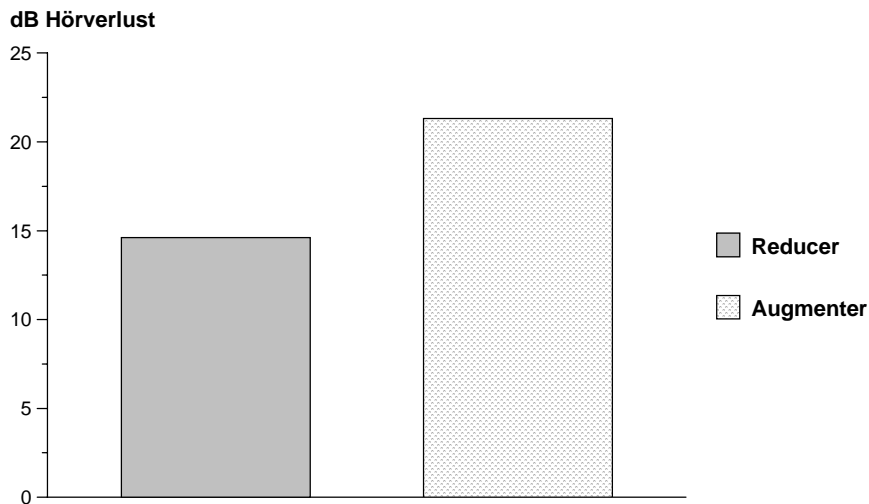


Abb. 2.38. Ergebnisse der Audiometrie für Augmenter und Reducer. Augmenter wiesen einen im Mittel höheren Hörverlust auf als Reducer.

Der mittlere Hörverlust in der Gruppe der Augmenter betrug 21,32 dB (SD = 10,62), in der Gruppe der Reducer 14,61 (SD = 5,29). Die mittlere Differenz von 6,71 dB war signifikant ( $F(1, 34) = 6,11; p < .05$ ). Geschlechtsunterschiede konnten nicht beobachtet werden. Um den Zusammenhang zwischen dem Hörverlust und den evozierten Potentialen zu bestimmen, wurden Korrelationen zu den über alle Lokalisationen und Intensitäten gemittelten Amplituden  $P_1-N_1$ ,  $N_1-P_2$ ,  $P_1$ ,  $N_1$ ,  $P_2$  berechnet. In Tabelle 2.12 sind die Korrelationen angeführt:

Tab. 2.12. Pearson-Korrelationen zwischen dem Hörverlust und verschiedenen EP-Amplituden.

	Amplitude				
	$P_1-N_1$	$N_1-P_2$	$P_1$	$N_1$	$P_2$
dB Hörverlust	-.27	-.25	-.01	-.26	.06

alle Korrelationen:  $p > .1$

Bis auf die beiden positiven Komponenten  $P_1$  und  $P_2$  waren alle Korrelationen deutlich negativ, d. h. eine höhere Amplitude ging mit geringerem Hörverlust einher. Am deutlichsten waren die Korrelationen mit der  $P_1-N_1$ ,  $N_1-P_2$  und  $N_1$ -Komponente. Allerdings erreichte keine Korrelation das Signifikanzniveau.

### 3.4.4 Radiotest

Wie in Abbildung 2.39 zu sehen ist, regelten die Augmenter im sogenannten Radiotest die Lautstärke signifikant höher als die Reducer ( $F(1, 45) = 9,70; p < .01$ ). Die mittlere Lautstärkeeinstellung betrug bei den Augmentern 31,62 (SD = 16,94), bei den Reducern betrug sie 19,36 (SD = 11,40).

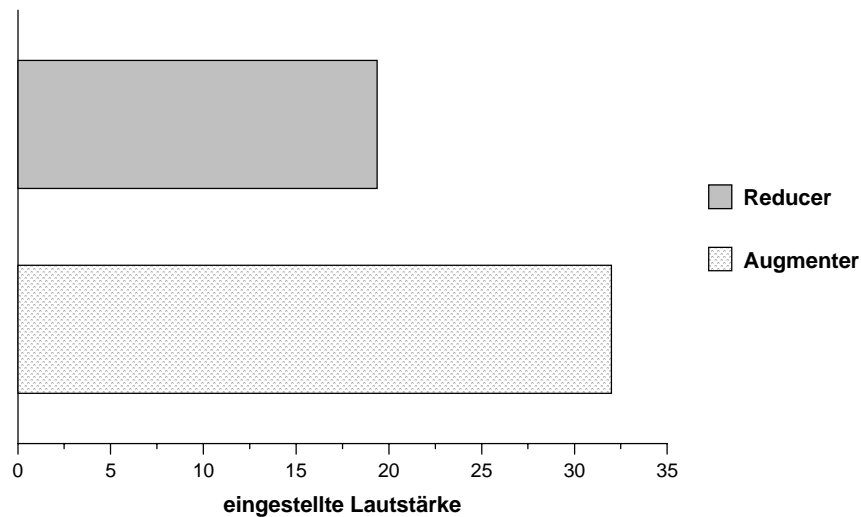


Abb. 2.39. Augmenter regelten die Musik signifikant lauter als Reducer.

Der Unterschied in der mittleren Lautstärke zwischen den Persönlichkeitsgruppen betrug etwa 9 dB(A).

### 3.4.5 Subjektive Variablen

#### *Lautheit und Valenz*

Eine Analyse der der wahrgenommenen Lautheit der Geräusche erbrachte einen signifikanten Haupteffekt der Intensität ( $F(2, 90) = 96,72$ ;  $p < .01$ ). Mit zunehmender Intensität wurden die Geräusche als lauter eingestuft. Darüberhinaus konnte ein Haupteffekt des Durchgangs beobachtet werden ( $F(2, 90) = 4,69$ ;  $p < .05$ ). Weitere Analysen zeigten, dass der erste Durchgang als weniger laut empfunden wurde als die Durchgänge zwei und drei. Dies war jedoch von der Reizintensität abhängig, wie die signifikante zweifach-Interaktion zwischen Intensität und Durchgang zeigte ( $F(4, 180) = 4,83$ ;  $p < .01$ ). Bei 95dB wurde der dritte Durchgang als weniger laut empfunden im Vergleich zum zweiten Durchgang, jedoch als gleich laut wie der erste Durchgang.

Abbildung 2.40 zeigt die Einschätzungen getrennt für Augmenter und Reducer.

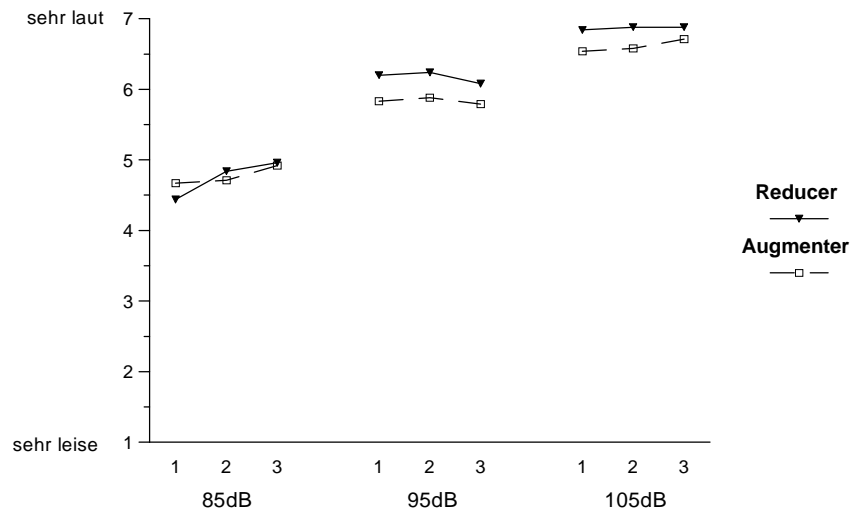


Abb. 2.40. Zu sehen ist die subjektiv wahrgenommene Lautheit der Geräusche. Neben dem Haupteffekt der Intensität ist auch ersichtlich, daß Reducer die beiden intensivsten Geräusche lauter einschätzten als Augmenter. Dieser Persönlichkeitsunterschied war jedoch nicht signifikant.

Reducer stuften zwar die 95 und 105dB-Geräusche lauter ein als Augmenter, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant. Es konnte eine signifikante Korrelation zwischen dem Alter und den Lautheitseinschätzungen gefunden werden ( $r = -.28$ ). Eine Meßwiederholungsanalyse mit der Kovariaten Alter. Es zeigten sich jedoch keine weiteren Effekte.

Die Einschätzungen der Valenz der Geräusche variierten je nach Intensität (Haupteffekt der Intensität;  $F(2, 90) = 71,05$ ;  $p < .01$ ). Die lautesten Geräusche wurden auch als am unangenehmsten empfunden. Weitere Effekte waren nicht zu beobachten. Abbildung 2.41 stellt die Einschätzungen der Augmenter und Reducer einander gegenüber.

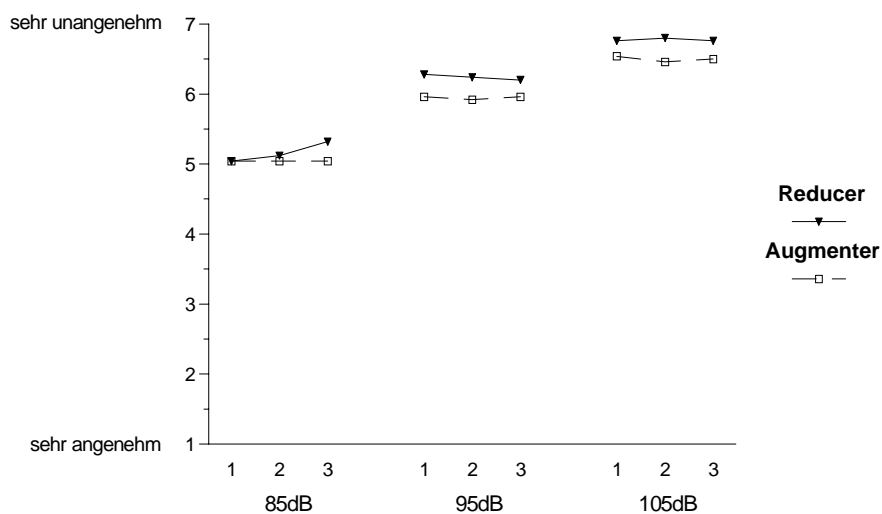


Abb 2.41. Abgetragen ist die wahrgenommene Valenz der Geräusche in Abhängigkeit von der Persönlichkeit. Augmenter empfanden die Geräusche zwar als weniger unangenehm im Vergleich zu den Reducern, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Auch bezüglich der Valenz der Geräusche schätzten die Reducer zwar die 95 und 105dB-Geräusche als unangenehmer ein verglichen mit den Augmentern, dieser Unterschied war aber nicht signifikant. Die Korrelation zwischen der Valenz und dem Alter war signifikant ( $r = -.30$ ). In einer anschließend durchgeführten Analyse mit der Kovariaten „Alter“ zeigten sich jedoch keine weiteren Effekte.

### Das aktuelle Befinden (EMI)

Abbildung 2.42 zeigt die Selbsteinschätzungen der Versuchsteilnehmer vor und nach dem Experiment auf den vier Skalen des Emotionalitätsinventars.

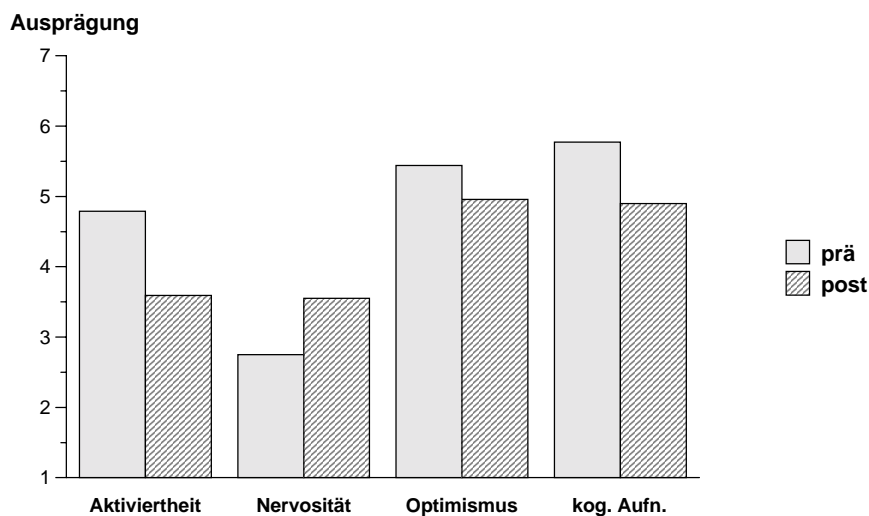


Abb. 2.42. Dargestellt sind die Zeiteffekte des Experimentalverlaufs. Nach dem Experiment beschrieben sich die Probanden als weniger aktiviert, weniger optimistisch, nervöser und kognitiv weniger aufnahmebereit als vor dem Experiment.

Signifikante Haupteffekte des Faktors „Meßzeitpunkt“ konnten beobachtet werden in den Skalen „Allgemeine Aktiviertheit“ ( $F(1, 45) = 28,30$ ;  $p < .01$ ), „Nervosität / Anspannung“ ( $F(1, 45) = 10,17$ ;  $p < .01$ ), „Optimismus / Selbstsicherheit“ ( $F(1, 45) = 8,18$ ;  $p < .01$ ) und „kognitive Aufnahmefähigkeit“ ( $F(1, 45) = 16,73$ ;  $p < .01$ ). Zum Ende des Experimentes hin nahm die Aktiviertheit, der Optimismus und die kognitive Aufnahmefähigkeit deutlich ab, die Nervosität bzw. Anspannung nahm dagegen zu.

Die Analyse der Skala „Aktiviertheit“ erbrachte weiterhin eine signifikante Wechselwirkung zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ( $F(1, 45) = 6,32$ ;  $p < .05$ ). Männliche Augmenter beschrieben sich als weitaus aktiver als alle anderen Versuchsteilnehmer.

In der Optimismusskala konnte ein zusätzlich ein signifikanter Haupteffekt der Persönlichkeit festgestellt werden ( $F(1, 45) = 7,28$ ;  $p < .01$ ). Abbildung 2.43 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

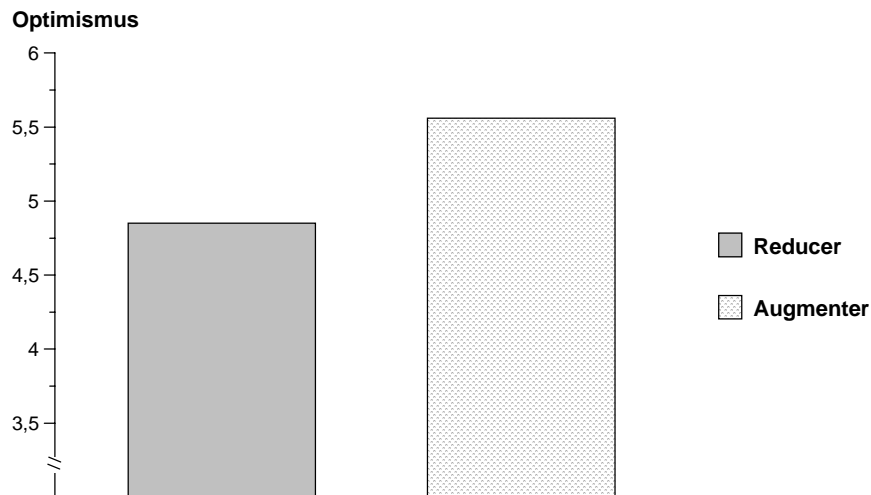


Abb. 2.43. Abgebildet sind die Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern in der Optimismusskala. Augmenter waren optimistischer als Reducer.

Augmenter beschrieben sich als optimistischer im Vergleich zu Reducern. Dieser Effekt war jedoch tendenziell abhängig vom Geschlecht (Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht;  $F(1, 45) = 3,83$ ;  $p < .1$ ): Nur männliche Augmenter unterschieden sich signifikant von männlichen und weiblichen Reducern.

In der Nervositätsskala trat eine tendenziell signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht auf ( $F(1, 45) = 3,10$ ;  $p < .1$ ). Diese beruhte darauf, dass männliche Augmenter weniger nervös waren als alle anderen Probanden.

In der Skala „Kognitive Aufnahmefähigkeit“ kam es weiterhin zu einer Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ( $F(1, 45) = 12,32$ ;  $p < .01$ ). Post hoc Analysen ergaben hier, dass männliche Augmenter aufnahmebereiter waren als alle anderen Versuchsteilnehmer.

### 3.4.6 „subjektive“ Verhaltensdaten

Wiederum wurde geprüft, ob der Konsum psychoaktiver Substanzen von Augmentern und Reducern unterschiedlich ist. Erwartungsgemäß beantworteten mehr Augmenter die Frage nach gelegentlichem Zigaretten-, Alkohol- und Drogenkonsum mit „ja“ als Reducer. Abbildung 2.44 veranschaulicht diesen Zusammenhang.

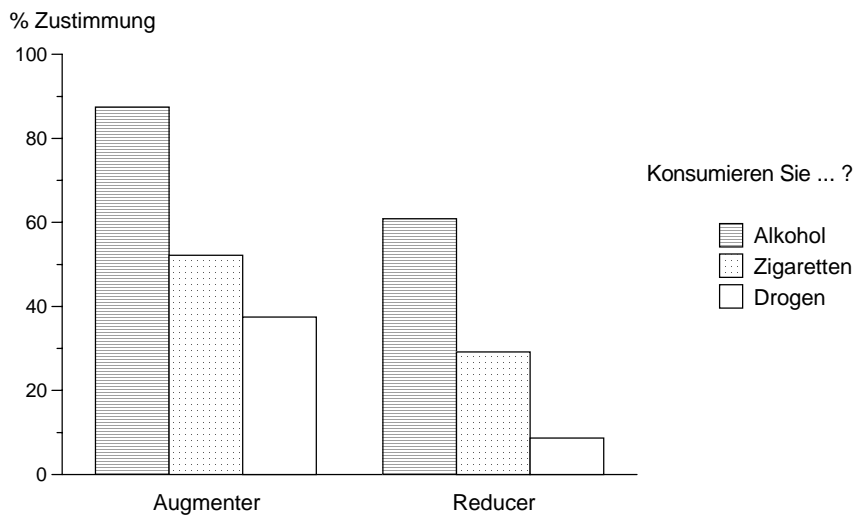


Abb. 2.44. Angaben von Augmentern und Reducern zum Konsum psychoaktiver Substanzen. Augmenter konsumierten signifikant häufiger Alkohol und illegale Drogen als Reducer. Die Unterschiede bzgl. des Zigarettenkonsums waren nicht signifikant.

Augmenter gaben signifikant häufiger an, Alkohol ( $\text{Chi}^2 = 4,38; p < .05$ ) und illegale Drogen ( $\text{Chi}^2 = 5,44; p < .05$ ) zu konsumieren als Reducer. Der in der Abbildung dargestellte Unterschied im Zigarettenkonsum verfehlte die Signifikanz ( $\text{Chi}^2 = 2,58; p = .1$ ). Signifikante Unterschiede bzgl. des Kaffeekonsums oder der gewünschten und tatsächlichen Schlafdauer pro Nacht bestanden nicht.



### 3.4.7 Zusammenfassung

Tabelle 2.13 fasst die Ergebnisse des Experiments 2a zusammen.

Tab. 2.13. Vergleiche zwischen Augmentern und Reducern in Abhängigkeit von Situationen und abhängigen Variablen. Werte in Klammern weisen auf ein tendenziell signifikantes Ergebnis hin.

Situationen	aV	Effekt
Augmenting-Reducing Paradigma	P <sub>1</sub> -N <sub>1</sub>	A = R
	N <sub>1</sub> -P <sub>2</sub>	A = R
	P <sub>1</sub>	A = R
	N <sub>1</sub>	A = R
	P <sub>2</sub>	A < R (nur auf Pz)
	EDA	A = R
	HR	A = R
	subj. Einschätzung der Lautheit	A = R
	subj. Einschätzung der Valenz	A = R
	Ruhe	EDA
HR		(A < R)
Prä-Post Experimentum	Blutdruck systolisch	A = R
	Blutdruck diastolisch	A = R
Radiotest	eingestellte Lautstärke	A > R
Emotionalitätsinventar	allg. Aktiviertheit	A = R
	Nervosität / Anspannung	A = R
	Optimismus / Selbstsicherheit	A > R
	kogn. Aufnahmefähigkeit	A = R
subjektives Verhalten	Alkoholkonsum	A > R
	Kaffeekonsum	A = R
	Drogenkonsum	A > R
	Zigaretten	(A > R)
	Schlafdauer	A = R
	Schlafbedürfnis	A = R

Im Augmenting-Reducing Paradigma zeigten sich keine Persönlichkeitseffekte. Lediglich in der P<sub>2</sub>-Komponente auf Pz konnte ein Haupteffekt der Persönlichkeit beobachtet werden: Augmenter zeigten eine verringerte Reaktivität. In den autonomen und subjektiven Variablen waren ebenfalls keine signifikanten Persönlichkeitseffekte zu beobachten; auch im Blutdruck unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant voneinander. Im „Radiotest“ regelten die Augmenter die Lautstärke signifikant höher als Reducer. In der Ruhephase konnten keine signifikanten Persönlichkeitsunterschiede ermittelt werden. Lediglich in der Tendenz zeigten Augmenter eine niedrigere Herzrate als Reducer. Bezüglich des Befindens schätzten sich Augmenter optimistischer ein als Reducer. Zudem gaben Augmenter häufiger an Alkohol, Drogen und tendenziell mehr Zigaretten zu konsumieren als Reducer.

### 3.5 Ergebnisse Experiment 2b

Im folgenden werden die Ergebnisse der Einfach-Reaktionszeitaufgabe (SRT) und der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe (CRT) getrennt nach Verhalten, physiologischen und subjektiven Variablen dargestellt.

#### 3.5.1 Reaktionszeiten und Fehler

##### *Einfach-Reaktionszeitaufgabe*

Abbildung 2.46 zeigt die mittleren Reaktionszeiten der Augmenter und Reducer getrennt nach der ersten und zweiten Versuchshälfte. Die Augmenter reagierten durchschnittlich nach 370,33 ms (SD = 62,39), die Reducer nach 460,12 ms (SD = 118,82). Daraus ergab sich ein Unterschied von 89,79 ms. Eine Varianzanalyse mit den Faktoren Persönlichkeit und Geschlecht und dem Meßwiederholungsfaktor Versuchshälfte ergab einen signifikanten Haupteffekt der Persönlichkeit ( $F(1, 47) = 10,56$ ;  $p < .01$ ). Augmenter waren in beiden Versuchshälften signifikant schneller als Reducer.



Abb. 2.45. Mittlere Reaktionszeiten in der SRT getrennt nach Persönlichkeit und Versuchshälfte. Augmenter waren schneller als Reducer.

Dieser Reaktionszeitunterschied bestand auch, wenn das Alter der Probanden als Kovariable aufgenommen wurde ( $F(1, 46) = 9,36$ ;  $p < .01$ ). Darüberhinaus war aber auch der Haupteffekt des Faktors „Alter“ signifikant ( $F(1, 46) = 7,38$ ;  $p < .01$ ), d. h. ältere Probanden waren signifikant langsamer als jüngere Probanden.

Weiterhin kam es in beiden Gruppen zu einer signifikanten Abnahme der Reaktionszeiten von der ersten zur zweiten Versuchshälfte um durchschnittlich 12,67 ms ( $F(1, 47) = 5,52$ ;  $p < .05$ ). Eine Interaktion zwischen Persönlichkeit und Versuchshälfte ergab sich nicht. Signifikante Unterschiede in der individuellen Streuung der Reaktionszeiten konnten nicht beobachtet werden. Ebenso zeigte sich kein Effekt des Geschlechts.

Die absolute Zahl der begangenen Commissions-Fehler getrennt nach Persönlichkeit und Versuchshälfte ist in Abbildung 2.46 dargestellt: Augmentern unterliefen im Mittel 2,04 (SD = 2,61) Fehler, Reducern 0,74 (SD = 0,81). Der Haupteffekt der Persönlichkeit war signifikant ( $F(1, 47) = 5,33$ ;  $p < .05$ ). Die Zahl der Fehler ging in beiden Gruppen von der ersten zur zweiten Versuchshälfte signifikant zurück ( $F(1, 47) = 8,74$ ;  $p < .01$ ). Weitere Interaktionen oder Haupteffekte konnten nicht beobachtet werden.

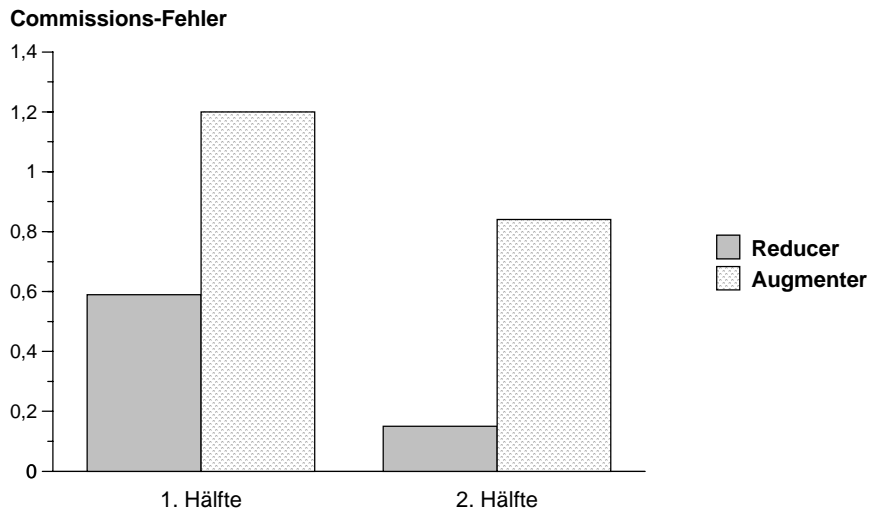


Abb. 2.46. Absolute Zahl der Commissions-Fehler in der SRT getrennt für Persönlichkeit und Versuchshälfte. Augmentern unterliefen mehr Fehler als Reducern.

Auch unter Hinzunahme der Kovariablen „Alter“ zeigten sich ähnliche Ergebnisse: Wiederum gab es einen Haupteffekt der Versuchshälfte ( $F(1, 46) = 5,14$ ;  $p < .05$ ) und der Persönlichkeit ( $F(1, 46) = 6,82$ ;  $p = .01$ ). Ein Haupteffekt des Faktors „Alter“ bestand nur in der Tendenz ( $F(1, 46) = 3,62$ ;  $p < .1$ ) und indizierte etwas mehr begangene Fehler bei den älteren Probanden.

Die Zahl der begangenen Omissions-Fehler war mit durchschnittlich 0,31 Fehlern insgesamt sehr gering. Zwar unterliefen Reducern mehr solcher Fehler (0,48) als Augmentern (0,12), dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant.

#### Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe

In der CRT reagierten die Augmenter nach durchschnittlich 477,66 ms (SD = 76,01), die Reducer nach 517,79 ms (SD = 99,44). Insgesamt waren die Augmenter also 40,13 ms schneller als die Reducer. Der Effekt der Persönlichkeit war jedoch nicht signifikant ( $F(1, 47) = 2,32$ ;  $p > .1$ ), ebenso nicht-signifikant war der Haupteffekt der Versuchshälfte ( $F(1, 47) = 0,19$ ;  $p > .1$ ). Allerdings konnte eine signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Versuchshälfte beobachtet werden ( $F(1, 47) = 4,68$ ;  $p < .05$ ). Abbildung 2.47 verdeutlicht den Zusammenhang.

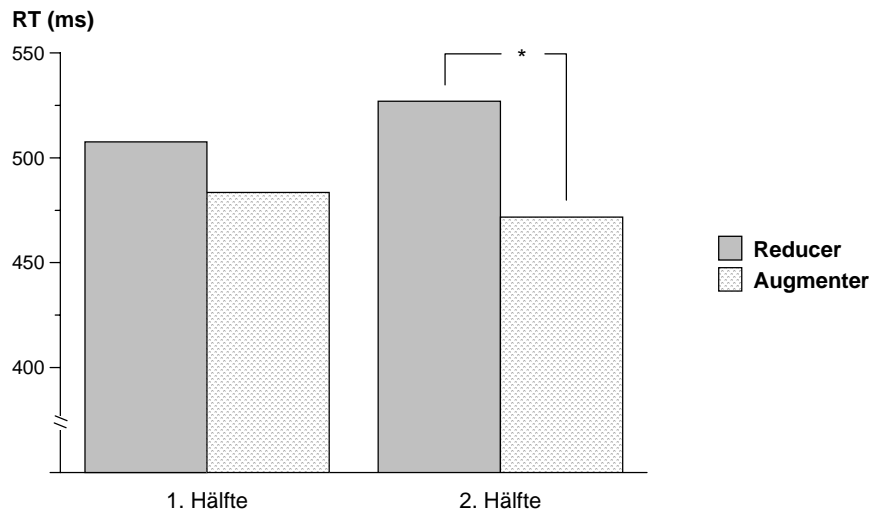


Abb. 2.47. Reaktionszeiten in der CRT in Abhängigkeit von der Persönlichkeit und Versuchshälfte. Nur im zweiten Teil unterschieden sich Augmenter und Reducer signifikant.

Während Augmenter von der ersten zur zweiten Hälfte eher schneller wurden, zeigten Reducer eine Verlangsamung. Wie in der Abbildung dargestellt, waren Augmenter nur in der zweiten Versuchshälfte signifikant schneller als Reducer. Unterschiede in der Streuung der Reaktionszeiten bestanden nicht. Auch bezüglich des Geschlechts oder der Richtungsfehler gab es keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Augmentern verwechselten die Reaktionshand 3,96 mal ( $SD = 3,57$ ), Reducer 3,19 mal ( $SD = 2,88$ ).

Keine unterschiedlichen Ergebnisse bezüglich der Reaktionszeit erbrachte eine Hinzunahme der Kovariable „Alter“ in die Analyse. Die Interaktion zwischen Persönlichkeit und Versuchshälfte verfehlte nur knapp die Signifikanz ( $F(1, 46) = 3,89$ ;  $p = .055$ ), ebenso wie der Haupteffekt des Alters ( $F(1, 46) = 3,53$ ;  $p < .1$ ).

### 3.5.2 Evozierte Potentiale

Im folgenden werden die ERPs auf den imperativen Reiz an der Lokalisation Pz vorgestellt. Der IS erschien jeweils zum Zeitpunkt 0.

#### *Einfach-Reaktionszeitaufgabe*

Abbildung 2.48 zeigt die Grand Averages der evozierten Potentiale für Augmenter und Reducer auf die imperativen Stimuli gemittelt über alle „Go“- und „Catch“-Trials für die Lokalisation Pz. Es ist zu erkennen, dass die Potentialverläufe einander ähnlich sind. Allerdings entwickelten die Augmenter eine stärkere  $N_1$ -Amplitude. Ein Haupteffekt der Persönlichkeit ließ sich mittels einer Meßwiederholungsanalyse mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht und Aufgabenteil („Go“ vs. „Catch“) statistisch absichern ( $F(1, 47) = 4,58$ ;  $p < .05$ ). Weiterhin ergab sich ein tendenziell signifikanter Haupteffekt des Aufgabenteils ( $F(1, 47) = 3,74$ ;  $p < .1$ ): Bei den Catch-Trials zeigten sich etwas größere  $N_1$ -Amplituden als bei den Go-Trials.

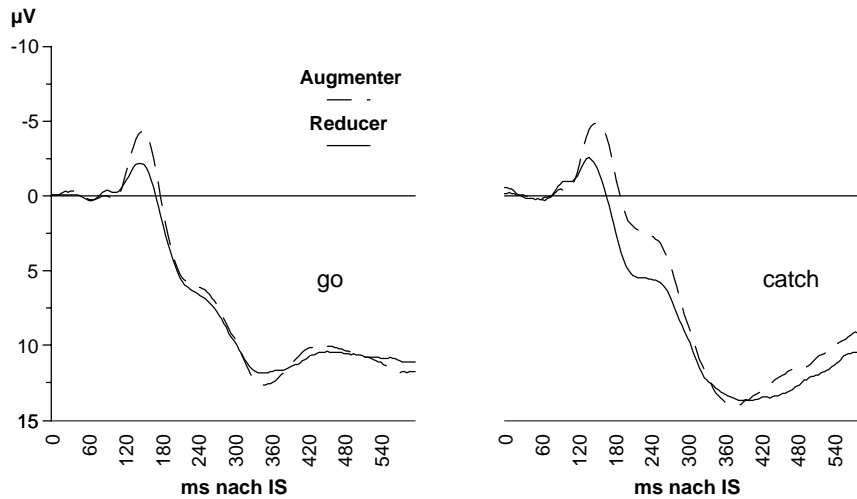


Abb. 2.48. Evozierte Potentialverläufe von Augmentern und Reducern auf Pz für die „Go“-Trials (links) und die „Catch“-Trials (rechts). Augmenter entwickelten eine größere  $N_1$ -Komponente.

Hinsichtlich der  $N_1$ -Latenz zeigten sich keine signifikanten Unterschiede der Persönlichkeit. Lediglich ein tendenzieller Haupteffekt des Aufgabenteils ( $F(1, 47) = 3,50$ ;  $p < .1$ ) und ein tendenziell signifikanter Haupteffekt des Geschlechts ( $F(1, 47) = 3,61$ ;  $p < .1$ ) waren zu beobachten. Bei den „Catch“-Trials war die Latenz der  $N_1$  kürzer als bei den „Go“-Trials. Weiterhin entwickelten weibliche Probanden die  $N_1$  früher als männliche Versuchspersonen.

Ein Vergleich der späten Komponente  $P_3$  in der „Go“- und der „Catch“-Bedingung zeigte, dass diese auf die „Catch“-Trials später und stärker auftrat als auf die „Go“-Trials: Die Latenz (gemittelt über beide Persönlichkeitsgruppen) verlängerte sich von 345,33 ms ( $SD = 24,23$ ) bei den „Go“-Trials auf 396,82 ms ( $SD = 44,51$ ) bei den „Catch“-Trials; die Amplitude stieg von 11,61  $\mu V$  ( $SD = 5,53$ ) auf 13,58  $\mu V$  ( $SD = 5,31$ ).

Die Meßwiederholungsanalyse mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht und Aufgabenteil erbrachte einen signifikanten Haupteffekt des Aufgabenteils auf die  $P_3$ -Latenz ( $F(1, 47) = 65,21$ ;  $p < .01$ ) und die  $P_3$ -Amplitude ( $F(1, 47) = 16,86$ ;  $p < .01$ ). Die Latenzen waren bei den „Catch“-Trials länger und die Amplituden größer. Weiterhin konnte ein signifikanter Haupteffekt der Persönlichkeit auf die  $P_3$ -Latenz beobachtet werden ( $F(1, 47) = 4,96$ ;  $p < .05$ ). Reducer wiesen längere Latenzen auf als Augmenter. Dieser Unterschied war jedoch abhängig vom Aufgabenteil, wie die signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Bedingung erbrachte ( $F(1, 47) = 7,21$ ;  $p = .01$ ): Nur bei den „Catch“-Trials entwickelten die Augmenter die  $P_3$  schneller als die Reducer: Bei den Augmentern gipfelte sie nach im Mittel 379,27 ms ( $SD = 28,63$ ), bei den Reducern nach 412,41 ms ( $SD = 50,48$ ). Bei den „Go“-Trials hingegen unterschieden sich die Gruppen nicht. Augmenter wiesen hier eine  $P_3$ -Latenz von 345,66 ms ( $SD = 22,43$ ) auf, Reducer von 345,25 ms ( $SD = 26,14$ ). Abbildung 2.49 veranschaulicht die Wechselwirkung.

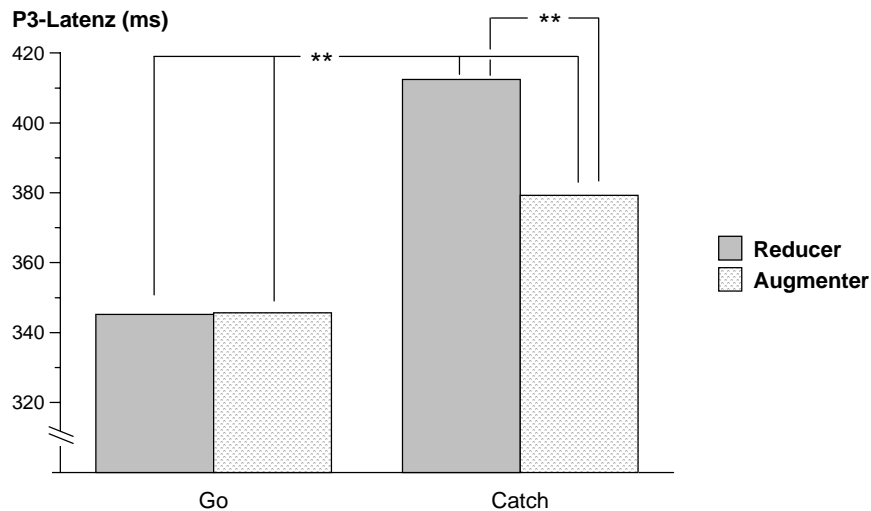


Abb. 2.49.  $P_3$ -Latenz in Abhängigkeit vom Aufgabenteil und der Persönlichkeit. Nur bei den „Catch“-Trials trat die  $P_3$  bei den Augmentern früher auf als bei den Reducern.

### Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe

Abbildung 2.50 stellt die EPs der Augmenter und Reducer in der CRT einander gegenüber.

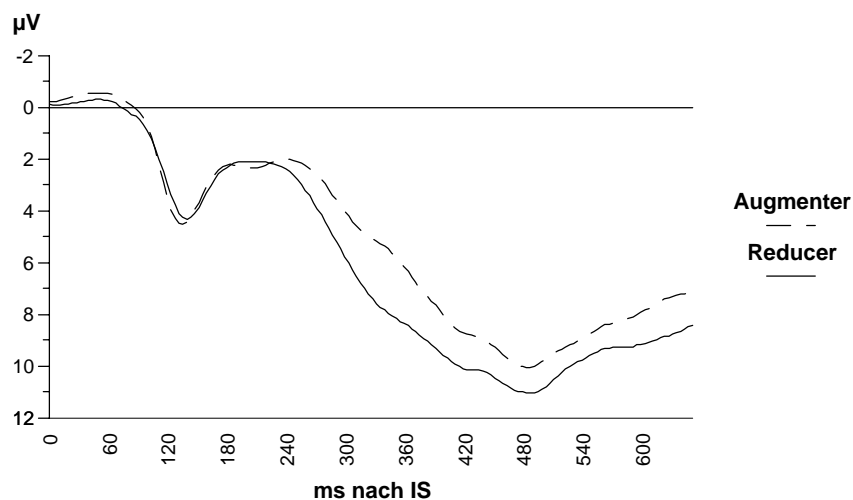


Abb. 2.50. EPs von Augmentern und Reducern auf den IS der CRT.

Beide Persönlichkeitsgruppen entwickelten nach etwa 474,81 ms ( $SD = 45,52$ ) die  $P_3$ . Die Latenz gegenüber der Einfach-Reaktionszeitaufgabe verlängerte sich also um über 100 ms. Die statistische Analyse der Latenzen und Amplituden der Komponenten  $N_1$  und  $P_3$  ergab keine signifikanten Persönlichkeitsunterschiede. Beide Gruppen entwickelten ähnliche EPs. Zwar trat die  $P_3$  bei den Reducern etwas früher auf als bei den Augmentern (Reducer: 468,70;  $SD = 51,03$ ; Augmenter: 481,42 ms;  $SD = 38,66$ ), dies war jedoch nicht signifikant. Ebenso war die  $P_3$ -Amplitude der Reducer ( $M = 10,76$ ,  $SD = 4,07$ ) größer als die der Augmenter ( $M = 9,59$ ,  $SD = 3,95$ ), auch dieser Unterschied verfehlte jedoch das Signifikanzniveau.

### 3.5.3 EMG

#### *Einfach-Reaktionszeitaufgabe*

Den Verlauf des EMG der Augmenter und Reducer (gemittelt über alle „Go“-Trials der SRT) zeigt Abbildung 2.51. Der IS erschien zum Zeitpunkt 0. Es ist zu erkennen, dass die muskuläre Aktivierung bei den Augmentern früher einsetzte als bei den Reducern: Die Augmenter wiesen eine 10%-Onset-Latenz von 182,79 ms (SD = 36,61) auf, die Reducer von 241,17 ms (SD = 60,41); der Unterschied (58,38 ms) war signifikant ( $F(1, 48) = 16,79$ ;  $p < .01$ ). Ebenso unterschied sich die Latenz bis zur Ausbildung der maximalen Amplitude des EMG: Die Augmenter entwickelten nach im Mittel 330,00 ms (SD = 59,58) die maximale Amplitude, die Reducer nach 403,79 ms (SD = 105,87); auch diese Differenz (73,79 ms) war signifikant ( $F(1, 48) = 8,93$ ;  $p < .01$ ).

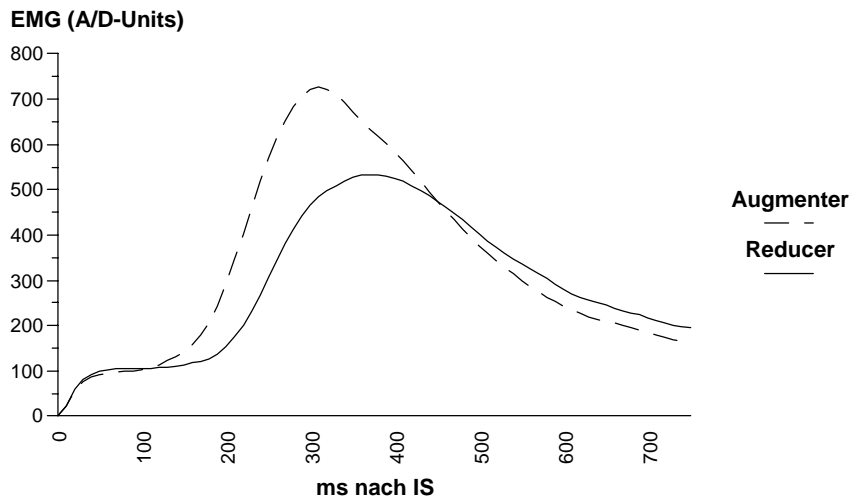


Abb. 2.51. Verlauf des EMG für Augmenter und Reducer gemittelt über alle „Go“-Trials der SRT.

Bezüglich der Amplitude des EMG zeigte sich ebenso signifikante Unterschiede: Augmenter entwickelten eine um 180,72 A/D-Units höhere Amplitude als Reducer ( $F(1, 48) = 5,76$ ;  $p < .05$ ).

#### *Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe*

Abbildung 2.52 veranschaulicht die EMG-Verläufe von Augmentern und Reducern in der CRT. Augmenter bildeten das EMG 27,28 ms früher aus als Reducer (Augmenter: 313,77; SD = 41,93; Reducer: 341,05; SD = 49,51): In der 10%-Onset-Latenz fand sich ein signifikanter Haupteffekt der Persönlichkeit ( $F(1, 48) = 4,51$ ;  $p < .05$ ). Ein solcher Haupteffekt bestand jedoch nicht in der Latenz bis zur maximalen Amplitude. Zwar bildeten auch hier Augmenter das maximale EMG 35,41 ms früher aus als Reducer (Augmenter: 509,4 ms; SD = 74,14; Reducer: 544,81 ms; SD = 93,91); dieser Unterschied verfehlte jedoch aufgrund der größeren Varianz innerhalb der Gruppen das Signifikanzniveau ( $F(1, 48) = 2,16$ ;  $p > .1$ ).

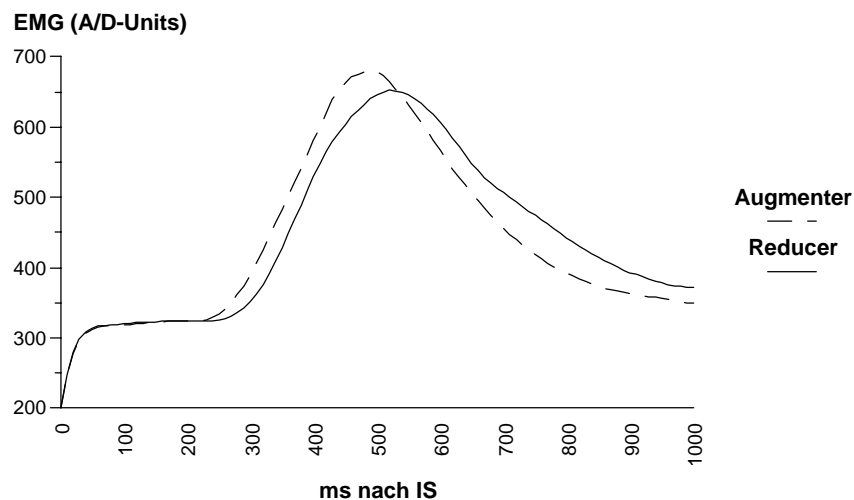


Abb. 2.52. Verlauf des EMG für Augmenter und Reducer in der CRT.

Hinsichtlich der maximalen Amplitude zeigten sich keine signifikanten Persönlichkeitsunterschiede. Allerdings konnte ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts nachgewiesen werden ( $F(1, 48) = 8,99; p < .01$ ). Weibliche Probanden bildeten ein um 212,57 A/D-Units stärkeres EMG aus als männliche Probanden.

### 3.5.4 CNV

Die Auswertung der CNV-Daten wurde mittels einer drei-faktoriellen Varianzanalyse (Persönlichkeit, Geschlecht) mit Meßwiederholung (Lokalisation) vorgenommen.

#### *Einfach-Reaktionszeitaufgabe*

In der Einfach-Reaktionszeitaufgabe konnten insgesamt nur sehr geringe CNVs beobachtet werden. Die Varianzanalyse erbrachte einen signifikanten Haupteffekt der Lokalisation ( $F(3, 141) = 14,07; p < .01$ ) und des Geschlechts ( $F(1, 47) = 5,18; p < .05$ ). Post hoc Analysen erbrachten hier, dass auf C4 die höchsten Amplituden beobachtet werden konnten und auf Pz die niedrigsten. C3 und Fz lagen dazwischen und unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Der Haupteffekt des Geschlechts bestand darin, dass weibliche Teilnehmer über alle Lokalisationen hinweg höhere Amplituden aufwiesen als männliche Teilnehmer. Abbildung 2.53 zeigt exemplarisch die Grand Averages der CNVs auf C4 für Augmenter und Reducer. Zwar entwickelten Augmenter eine etwas geringere CNV als Reducer; ein signifikanter Haupteffekt der Persönlichkeit konnte jedoch auf keiner Lokalisation beobachtet werden.



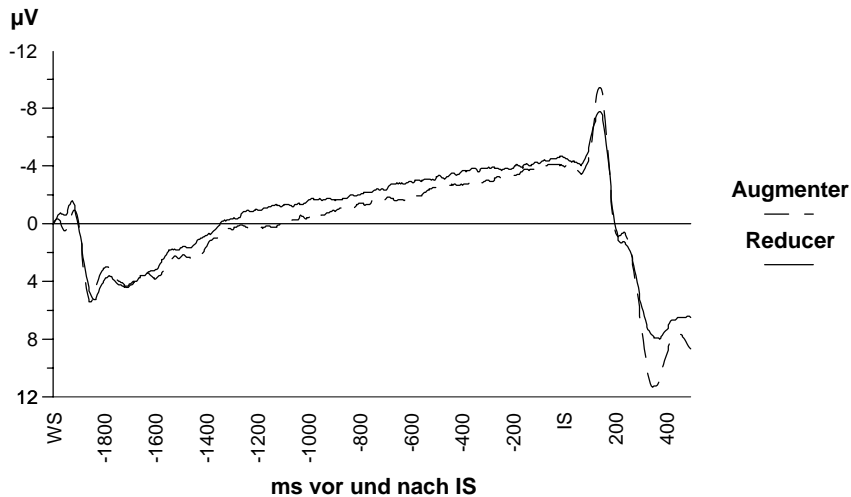


Abb. 2.53. CNV in der SRT auf C4. Augmenter und Reducer unterschieden sich nicht signifikant in der Ausprägung der terminalen CNV (WS = Warnreiz, IS = imperativer Reiz).

### Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe

In der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe waren die CNV-Amplituden insgesamt höher als in der SRT. Die statistische Analyse erbrachte hier abermals einen signifikanten Haupteffekt der Lokalisation ( $F(3, 144) = 14,72; p < .01$ ) und des Geschlechts ( $F(1, 48) = 5,59; p < .05$ ). Auch hier konnten auf C4 die höchsten Amplituden beobachtet werden und auf Pz die niedrigsten. Die Amplituden auf Fz, C3 und Pz unterschieden sich allerdings nicht signifikant voneinander. Der Haupteffekt des Geschlechts bestand auch hier darin, dass weibliche Probanden höhere Amplituden aufwiesen als männliche Probanden.

Ein signifikanter Haupteffekt der Persönlichkeit konnte nicht beobachtet werden. Augmenter und Reducer entwickelten eine ähnlich ausgeprägte CNV (siehe Abb. 2.54).

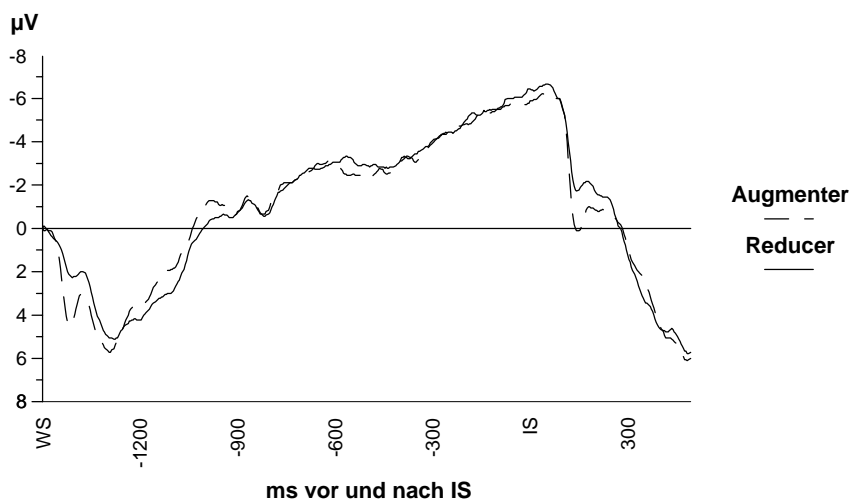


Abb. 2.54. CNV in der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe auf C4. Augmenter und Reducer wiesen eine ähnliche Negativierung auf.

### 3.5.5 Herzrate

#### Einfach-Reaktionszeitaufgabe

Den Verlauf der Herzrate für Augmenter und Reducer in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe zeigt Abbildung 2.55. Bei beiden Gruppen folgte auf eine anfängliche Dezeleration eine Akzeleration nach dem imperativen Reiz.

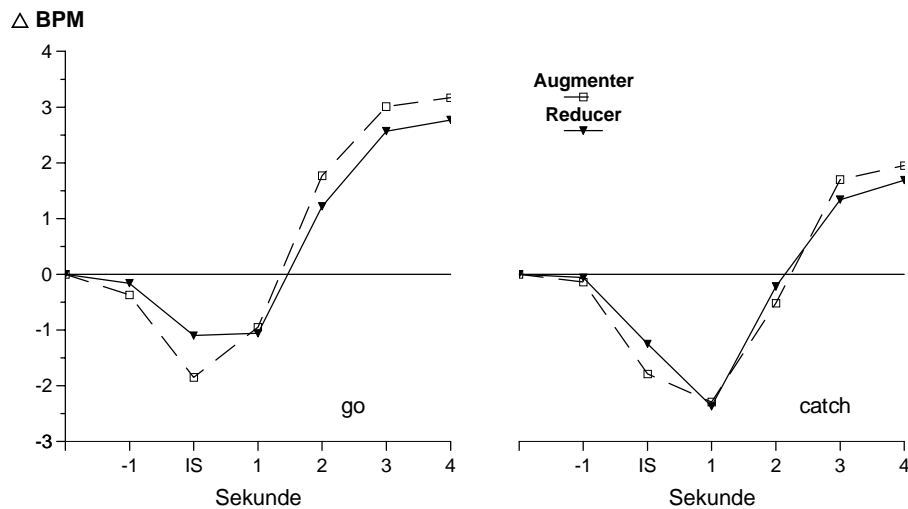


Abb. 2.55. Herzratenverläufe von Augmentern und Reducern in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe: Deutlich zu erkennen ist der Haupteffekt des Aufgabenteils und der Sekunde. IS markiert den Zeitpunkt des imperativen Reizes.

Eine Varianzanalyse mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Aufgabenteil („Catch“ vs. „Go“) und Sekunde erbrachte einen signifikanten Haupteffekt des Aufgabenteils ( $F(1, 48) = 25,19$ ;  $p < .01$ ) und der Sekunde ( $F(5, 240) = 99,35$ ;  $p < .01$ ). Wie in der Abbildung zu erkennen ist, zeigte sich im „Go“-Teil eher eine Herzratenbeschleunigung, während im „Catch“-Teil ein Dezelerationsmuster vorherrschend war. Der Haupteffekt der Sekunde bestand in einem Dezelerationsmuster bis zur Sekunde eins nach dem IS und einem Akzelerationsmuster in den Sekunden zwei bis vier. Eine signifikante Interaktion zwischen Bedingung und Sekunde wies diesen Effekt jedoch als abhängig von der Bedingung aus ( $F(5, 240) = 14,14$ ;  $p < .01$ ). Zum einen war die Dezeleration eine Sekunde nach dem IS deutlich stärker in der „Catch“-Bedingung ausgeprägt, zum anderen zeigten sich stärkere Akzelerationen in den Sekunden zwei bis vier nach dem IS in der „Go“-Bedingung. Weiterhin bestand ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts ( $F(1, 48) = 4,03$ ;  $p = .05$ ). Weibliche Probanden zeigten einen signifikant niedrigeren Herzratenverlauf als männliche Probanden, d.h. im Durchschnitt weniger Akzeleration.

Signifikante Persönlichkeitseffekte konnten nicht beobachtet werden. Zwar unterschieden sich besonders in der „Go“-Bedingung die Persönlichkeitsgruppen voneinander (Augmenter zeigten auf den IS eine stärkere Dezeleration und nach dem IS eine stärkere Akzeleration als Reducer), dieser Effekt erreichte jedoch keine Signifikanz. Lediglich eine separate Analyse der

„Go“-Bedingung vom Zeitpunkt des imperativen Reizes bis zwei Sekunden nach dem IS konnte diesen Effekt statistisch absichern (Interaktion zwischen Persönlichkeit und Sekunde;  $F(2, 96) = 4,99$ ;  $p < .05$ ). Hinsichtlich der Dezeleration zum Zeitpunkt des IS unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant voneinander, bzgl. der ersten zwei Sekunden nach dem IS zeigten Augmenter jedoch eine steiler verlaufende Akzeleration als Reducer.

### Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe

Die Herzratenverläufe in der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe veranschaulicht Abbildung 2.56.

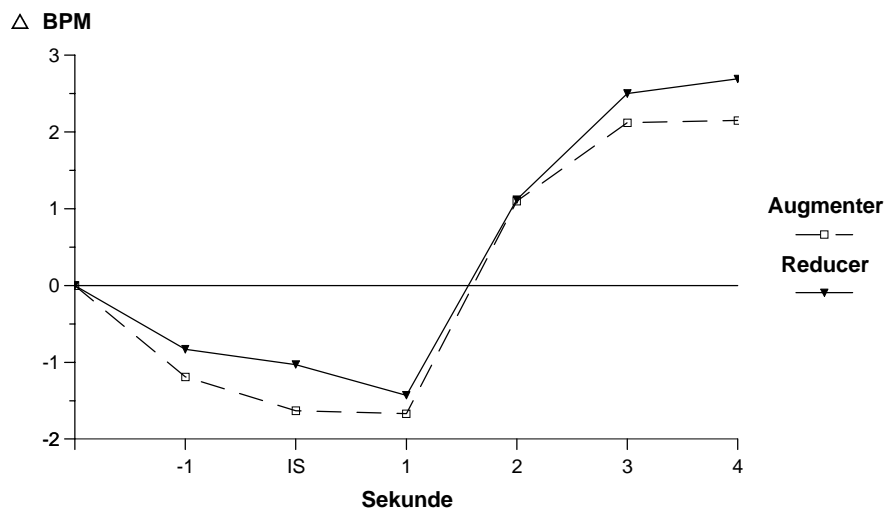


Abb. 2.56. Herzratenverläufe von Augmentern und Reducern in der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe. IS markiert den Zeitpunkt des imperativen Reizes. Signifikante Persönlichkeitsunterschiede bestanden nicht.

Eine Varianzanalyse mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Aufgabenteil und Sekunde erbrachte lediglich einen signifikanten Haupteffekt der Sekunde ( $F(5, 240) = 65,34$ ;  $p < .01$ ). In den ersten drei Sekunden (eine Sekunde vor dem IS, IS und eine Sekunde nach dem IS) zeigte sich eine deutliche Dezeleration, in den Sekunden zwei, drei und vier nach dem IS überwog eine deutliche Akzeleration. Obwohl Augmenter um den imperativen Reiz herum (+1 s) stärkere Dezelerationen aufwiesen als Reducer, war keine signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Sekunde zu beobachten ( $F(5, 240) = 0,20$ ;  $p < .1$ ).

### 3.5.6 Die subjektive Befindlichkeit

Abbildung 2.57 zeigt die Zeiteffekte (prä-post-Experimentum) in den vier Skalen „Aktivität“, „Nervosität / Anspannung“, „Selbstsicherheit / Optimismus“ und „kognitive Aufnahmebereitschaft“.

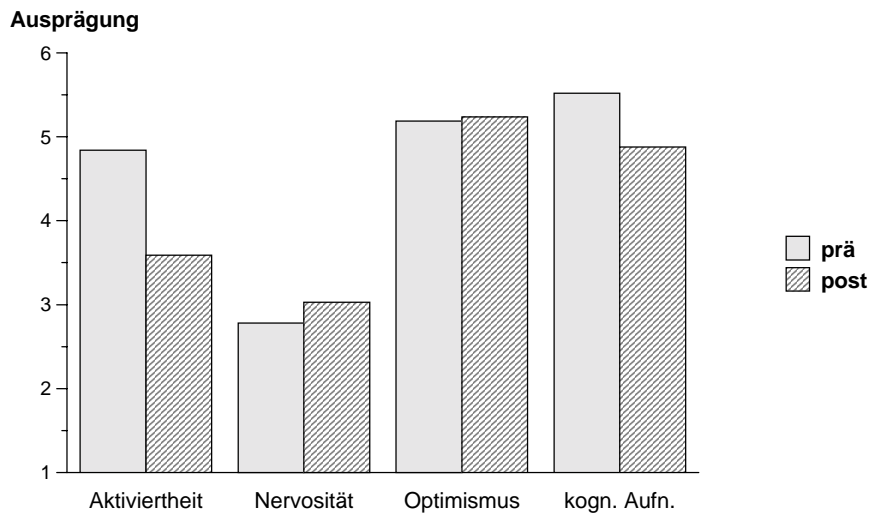


Abb. 2.57. Ausprägung der Probanden auf den Skalen „Allg. Aktiviertheit“, „Nervosität / Anspannung“, „Optimismus / Selbstsicherheit“ und „Kognitive Aufnahmefähigkeit“ vor und nach dem Experiment.

Signifikante Haupteffekte des Faktors „Zeit“ in den Skalen „Allg. Aktiviertheit“ ( $F(1, 48) = 36,07; p < .01$ ) und „Kognitive Aufnahmefähigkeit“ ( $F(1, 48) = 10,93; p < .01$ ) waren zu beobachten. Die Ausprägung in beiden Skalen war nach dem Experiment niedriger als vor dem Experiment, d.h. die Probanden beschrieben sich als weniger aktiviert und kognitiv weniger aufnahmefähig als vor dem Experiment.

In der Skala „Allgemeine Aktiviertheit“ war ausserdem eine Interaktion zwischen Persönlichkeit und Zeit zu beobachten ( $F(1, 48) = 5,87; p < .05$ ). Abbildung 2.58 zeigt die Wechselwirkung.

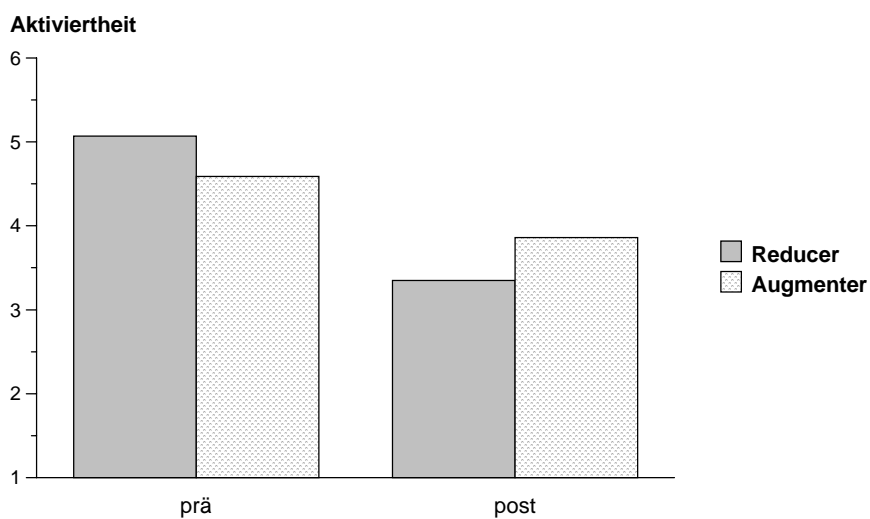


Abb. 2.58. Interaktion zwischen Persönlichkeit und Meßzeitpunkt (prä-post Experimentum). Augmenter zeigten eine geringere Abnahme der allgemeinen Aktiviertheit als Reducer.

Beide Gruppen zeigten eine signifikante Abnahme der Aktiviertheits-Scores. Die Abnahme bei den Augmentern war jedoch geringer ausgeprägt als bei den Reducern. Sowohl vor, als auch nach dem Experiment unterschieden sich Augmenter von Reducern nicht signifikant voneinander.

Die Analyse der Skala „Optimismus / Selbstsicherheit“ erbrachte weiterhin eine signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ( $F(1, 48) = 4,61; p < .05$ ). Post hoc Analysen erbrachten hier ein, dass sich männliche Augmenter von männlichen Reducern dahingehend unterschieden, dass sie höhere Ausprägungen auf der Optimismusskala aufwiesen.

In der Skala „Kognitive Aufnahmefähigkeit“ zeigte sich ebenso eine signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ( $F(1, 48) = 4,50; p < .05$ ). Diese Interaktion beruhte darauf, dass einerseits männliche Augmenter aufnahmefähiger waren als männliche Reducer, andererseits aber weibliche Reducer aufnahmefähiger waren als weibliche Augmenter.

Auch in der Skala „Nervosität / Anspannung“ konnte eine signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht beobachtet werden ( $F(1, 48) = 6,30; p < .05$ ). Diese war darauf zurückzuführen, dass es gegenläufige Ausprägungen in den Geschlechtergruppen gab: Während männliche Augmenter signifikant weniger nervös waren als männliche Reducer waren weibliche Augmenter nervöser als weibliche Reducer. Weiterhin waren männliche Augmenter signifikant weniger nervös als weibliche Augmenter.

### 3.5.7 Zusammenfassung

Tabelle 2.14 gibt einen vereinfachten Überblick über die Ergebnisse des Experiments 2b.

Tab. 2.14. Vergleiche zwischen Augmentern und Reducern über verschiedene Situationen für die abhängigen Variablen.

Situationen	aV	Effekt
Einfach-Reaktionszeitaufgabe	RT	A < R
	Commissions-Fehler	A > R
	Omissions-Fehler	A = R
	P <sub>300</sub> -Latenz auf „Go“	A = R
	P <sub>300</sub> -Latenz auf „Catch“	A < R
	N <sub>1</sub> -Amplitude	A > R
	EMG-Onset	A < R
	tCNV	A = R
	HR-Dezeleration	A = R
Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe	RT 1. Hälfte	A = R
	RT 2. Hälfte	A < R
	Richtungsfehler	A = R
	P <sub>300</sub> -Latenz	A = R
	N <sub>1</sub> -Amplitude	A = R
	EMG-Onset	A < R
	tCNV	A = R
	HR-Dezeleration	A = R
Emotionalitätsinventar	allg. Aktiviertheit	A > R (prä-post-Abnahme bei Augmentern weniger stark)
	Nervosität / Anspannung	A = R
	Optimismus / Selbstsicherheit	A = R
	kogn. Aufnahmefähigkeit	A = R

In der Einfach-Reaktionszeitaufgabe reagierten Augmenter signifikant schneller als Reducer und begingen mehr Commissions-Fehler. Hinsichtlich der Omissions-Fehler bestanden keine Unterschiede. Auf die „Catch“-Trials entwickelten Augmenter eine frühere P<sub>3</sub> als Reducer und zeigten über alle Trials eine höhere N<sub>1</sub>-Amplitude. Weiterhin bildeten sie das EMG früher aus als Reducer. Keine signifikanten Unterschiede zeigten sich in der Herzratendezeleration oder der terminalen CNV.

In der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe reagierten Augmenter nur in der zweiten Hälfte signifikant schneller als Reducer. Die Anzahl der Richtungsfehler war in beiden Gruppen gleich, ebenso wie die P<sub>3</sub>-Latenz und die N<sub>1</sub>-Amplitude. Ebenfalls keine Unterschiede zeigten sich in der Herzratendezeleration und der terminalen CNV. Allerdings entwickelten Augmenter das EMG signifikant früher als Reducer. Die eingeschätzte allgemeine Aktiviertheit nahm bei den Reducern zum Ende des Experiments hin stärker ab als bei den Augmentern.

### 3.6 Diskussion Experiment 2

#### 3.6.1 Zur Replikation der Reaktivitätsunterschiede

Die im ersten Experiment gefundenen Reaktivitätsunterschiede zwischen Augmentern und Reducern konnten nicht repliziert werden. Zwar zeigten Augmenter im Vergleich zu Reducern in den zentralnervösen und subjektiven Variablen unter Stimulation wiederum eine verringerte Reaktivität; dieser Unterschied war jedoch nur in der P<sub>2</sub>-Komponente auf Pz signifikant. Diese Lokalisation ist jedoch untypisch in Augmenting-Reeducing Anordnungen. Ein Vergleich der Grand Averages (gemittelt über alle Lokalisationen) in Experiment 1 und Experiment 2 auf 105dB zeigt, dass der fehlende Reaktivitätsunterschied zwischen Augmentern und Reducern in Experiment 2 vor allem auf die geringere P<sub>2</sub>-Amplitude der Reducer zurückzuführen war (siehe Abbildung 2.59).

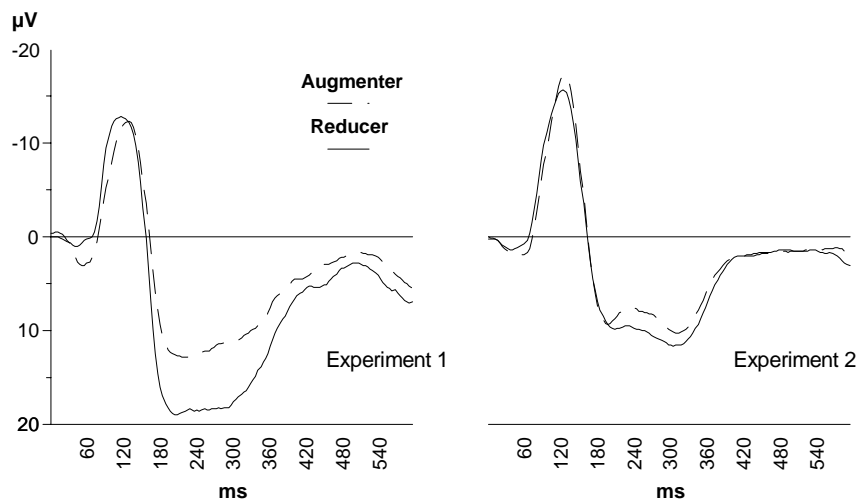


Abb. 2.59. Grand Averages der Augmenter und Reducer in Experiment 1 und Experiment 2 auf 105dB (gemittelt über alle Lokalisationen). Im Unterschied zu Experiment 1 zeigten Reducer in Experiment 2 eine ähnliche P<sub>2</sub>-Amplitude wie Augmenter.

Bei 105dB betrug die N<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>-Amplitude der Augmenter im ersten Experiment 26,08 µV (SD = 10,19), im zweiten Experiment 26,65 µV (SD = 10,29), war also nahezu identisch. Bei den Reducern war sie im ersten Experiment mit 35,58 µV (SD = 7,80) jedoch deutlich größer als im zweiten Experiment, wo im Durchschnitt nur 29,17 µV (SD = 8,96) erreicht wurden.

Auch in den peripher-physiologischen Variablen (EDA und HF) zeigten sich diesmal keine signifikant unterschiedlichen Reaktivitätsverläufe zwischen Augmentern und Reducern. Lediglich unmittelbar vor den Reizen wiesen Reducer eine signifikant höhere Herzrate auf als Augmenter.

Zu einem ebenfalls nicht-signifikanten Ergebnis kam auch die Analyse der Lautheits- und Valenzeinschätzungen der Probanden, obwohl Augmenter erwartungsgemäß niedrigere Werte aufwiesen als Reducer.

Die Ergebnisse zur emotionalen Befindlichkeit gingen in eine ähnliche Richtung wie in Experiment 1. Die allgemeine Aktiviertheit nahm für beide Gruppen nach dem Experiment ab, ebenso wie der Optimismus und die kognitive Aufnahmefähigkeit. Die Nervosität hingegen nahm in beiden Experimenten zu. Wiederum waren Augmenter optimistischer als Reducer. Darüberhinaus waren die männlichen Augmenter optimistischer, weniger nervös und kognitiv aufnahmefähiger als die anderen Versuchsteilnehmer, was als Beleg für die richtige Probandenrekrutierung gewertet werden kann.

Die in Experiment 1 gefundenen psychophysiologischen und subjektiven Reaktivitätsunterschiede zwischen Augmentern und Reducern konnten also in Experiment 2a nicht repliziert werden. Selbst die sich in Experiment 1 andeutenden Persönlichkeits-Geschlechts-Interaktionen mit deutlicheren Unterschieden zwischen männlichen Augmentern und den anderen Probanden waren nicht mehr zu beobachten. Drei mögliche Gründe bieten sich als Erklärung für die fehlgeschlagene Replikation an: Erstens könnte das Ergebnis des ersten Experiments aufgrund der eher kleinen Stichprobe durch Meßfehler verursacht worden sein, zweitens könnten unterschiedliche Stichprobenzusammensetzungen und -charakteristiken für die fehlgeschlagene Replikation verantwortlich gewesen sein (d. h. die Klassifikationen in Augmenter und Reducer wären in beiden Studien nicht vergleichbar) und drittens könnten methodische Unterschiede zwischen beiden Studien zu diesem Ergebnis geführt haben. Alle drei Möglichkeiten sollen im folgenden diskutiert werden.

Es wäre möglich, dass die im ersten Experiment gefundenen Unterschiede aufgrund der eher kleinen Stichprobe zufällig zustande kamen. Somit müsste das Ergebnis des zweiten Experiments aufgrund der größeren Stichprobe als valide angesehen und von der Hypothese unterschiedlicher Reaktionsverläufe in beiden Persönlichkeitsgruppen abgerückt werden. Hierfür spricht auch die Tatsache, dass der Befund einer generellen Hyporeaktivität über verschiedene situative Bedingungen der Augmenter, wie sie in Experiment 1 beobachtet werden konnte, im zweiten Experiment nicht mehr vorzufinden war: Auch in der Ruhephase zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede mehr. Eine solche Interpretation scheint plausibel, ergibt sich jedoch nicht zwingend, da - wie weiter unten zu diskutieren sein wird - auch methodische Unterschiede zwischen beiden Experimenten bestanden.

Die Hypothese, dass unterschiedliche Stichprobenzusammensetzungen, bzw. verschiedene Subgruppen von Augmentern und Reducern in beiden Experimenten untersucht worden sind, scheidet als Erläuterung für die fehlenden Unterschiede aus: Im ersten wie auch im zweiten Experiment war das mittlere Alter der Versuchspersonen annähernd gleich (*Augmenter* in Experiment 1:  $M = 29,75$ ; in Experiment 2:  $27,58$ . *Reducer* in Experiment 1:  $28,83$ ; in Experiment 2:  $28,44$ ) und die Augmenter als auch Reducer wiesen vergleichbare mittlere Summenscores auf der R-A Skala auf, obwohl das Kriterium für Reducer gegenüber Experiment 1 „aufgeweicht“, d. h. nach oben korrigiert wurde (*Augmenter* in Experiment 1:  $M = 35,33$ ; in Experiment 2a:  $M = 36,96$ . *Reducer* in Experiment 1:  $M = 16,58$ ; in Experiment 2a:  $M =$



16,76). Weiterhin waren in beiden Experimenten die Augmenter diejenigen, die häufiger angaben Alkohol zu trinken (Experiment 1: 91,7%, Experiment 2a: 87,5%; Reducer in Experiment 1: 54,4%, in Experiment 2a: 60,9%) und sich als optimistscher beschrieben im Vergleich zu den Reducern. In Experiment 2a konsumierten sie außerdem auch mehr Zigaretten und Drogen als Reducer, was in Übereinstimmung mit z. B. Barnes (1985) steht. Darüberhinaus waren die Ergebnisse im sogenannten Radiotest in der erwarteten Richtung und stehen in Übereinstimmung mit den Befunden von Davis et al. (1984), Kohn et al. (1986) oder Kohn et al. (1987). Augmenter regelten die Lautstärke höher als Reducer, d. h. sie waren reizhungriger als Reducer, was für die Validität der Fragebogenklassifikation spricht. So schreibt Vando (1974) in Bezug auf die hier untersuchten Augmenter (Petries Reducer): „If a person is high on pain tolerance because he reduces (cortically) incoming stimulation across all modalities in terms of how he perceives it, and if the organism requires a certain level of perceived stimulation for homeostasis, then we would expect him to be relatively stimulus hungry.“ (p. 28). Vor dem Hintergrund all dieser übereinstimmender Ergebnisse kann der Einwand inadäquater Stichproben im zweiten Experiment keine Gültigkeit haben.

Schließlich könnte ein weiterer Grund für die fehlgeschlagene Replikation des Augmenting-Reducing Paradigmas methodischer Art sein: In beiden Experimenten waren zwar die Instruktionen wie auch die Reize und das Versuchsdesign vergleichbar, allerdings unterschieden sich die beiden Experimente in einer Hinsicht deutlich voneinander: Im zweiten Experiment wurden im Gegensatz zum ersten Experiment nur Reize aus dem oberen Intensitätsbereich (ab 85dB(A)) verwendet. Dieses Vorgehen war gewählt worden, da im ersten Experiment besonders die Intensitäten zwischen 85 und 105dB(A) unterschiedliche Reaktivitäten zwischen den Gruppen provozierten. Da dies die einzige Variation der uV zwischen beiden Experimenten war, ist es wahrscheinlich, dass der Stimulus-Intensitätsbereich ein entscheidendes Faktum am Zustandekommen der unterschiedlichen Reaktionsverläufe darstellt. In Experiment 1 betrug die Differenz zwischen maximaler und minimaler Reizintensität 40dB(A), im zweiten Experiment die Hälfte (20dB(A)). Eine solche Interpretation würde freilich bedeuten, dass nicht die maximale Reizintensität per se entscheidend wäre am Zustandekommen von Unterschieden in der Stimulus-Intensitäts-Modulation, wie etwa von Zuckerman (1984) postuliert, sondern vielmehr der Intensitäts-Range. Spielt die Differenz zwischen minimaler und maximaler Reizintensität eine entscheidende Rolle, so ist zu vermuten, dass evtl. Kontrasteffekte wirksam werden, d. h. die Erfahrung früherer Intensitäten würde die Reaktionen auf die folgenden Intensitäten beeinflussen. Welche unmittelbaren Prozesse hier wirken, muss vorerst offen bleiben; es ist jedoch wahrscheinlich, dass je nach Persönlichkeit Schreckreaktionen mehr oder weniger stark involviert sind. So würde bei den Reducern ein Wechsel von niedrigen zu hohen Intensitäten zu deutlichen Schreckreaktionen führen mit einem starken Anstieg der psychophysiologischen Reaktivität, während er bei den Augmentern mit nur geringen Schreckreaktionen verbunden wäre, was wiederum nur zu relativ geringen Amplitudenanstiegen führen würde. Eine solche Vermutung ließe sich überprüfen, indem erneut ein breiter Intensitätsbe-

reich in einem Augmenting-Reducing Paradigma verwendet werden würde, wobei die maximale Reizintensität nicht mehr unbedingt 105dB betragen müsste. Es wäre lediglich zu fordern, dass der Unterschied zwischen minimaler und maximaler Reizintensität möglichst groß sein sollte (ca. 40dB).

Die Analyse der Audiometriedaten erbrachte für Augmenter einen stärkeren Hörverlust als für Reducer. Die Interpretation dieses Ergebnisses kann in zweierlei Richtungen erfolgen: Einerseits könnte die stärkere Hörbeeinträchtigung der Augmenter die Folge eines stimulationssuchenden Verhaltensstils gewesen sein. Wie sich im „Radiotest“ zeigte, hörten Augmenter lauter Musik als Reducer. Darüberhinaus erbrachte eine nachträglich durchgeführte Analyse eines vor der Audiometrie bearbeiteten Fragebogens (siehe Anhang), dass Augmenter angaben, häufiger in die Disko zu gehen als dies Reducer taten ( $M-W-U = 120,5$ ;  $p < .05$ ). Dies steht in Übereinstimmung mit der Stimulus-Intensitäts-Modulations-Theorie, wonach sich Augmenter stärkerer Stimulation aussetzen. Ein solches Verhalten könnte zu einer Beeinträchtigung des Gehörs geführt haben. Andererseits ist es aber auch möglich, dass die höhere Hörschwelle nicht eine Folge sondern vielmehr die Ursache eines stimulationssuchenden Verhaltensstils ist. Eine solche Interpretation legen z. B. Studien zur Stärke des Nervensystems nahe (Goldman et al., 1983; Kish et al., 1976; Kohn et al., 1986, Sales & Throop, 1972; Strelau, 1983). Der Theorie zufolge wird erwartet, dass Personen mit einem starken Nervensystem weniger sensitiv gegenüber Umweltreizen sind, aufgrund heraufgesetzter Wahrnehmungsschwellen. Um dies zu testen bedarf es jedoch detaillierterer Untersuchungsansätze, die z. B. akustische und visuelle Wahrnehmungsschwellen mit auf- und absteigenden Versuchsdurchgängen messen sollten. Vielleicht bedingt sich eine heraufgesetzte Hörschwelle und ein stimulationssuchender Verhaltensstil aber auch gegenseitig (d. h. eine heraufgesetzte Wahrnehmungsschwelle führt zu stimulationssuchendem Verhalten, was wiederum zu einer weiteren Hörbeeinträchtigung führen kann). Aufschluss hierüber können nur längsschnittlich angelegte Studien liefern.

Hinsichtlich des Blutdrucks konnten sowohl vor, als auch nach dem Experiment keine signifikanten Gruppenunterschiede ermittelt werden. Dieses Ergebnis widerspricht dem von Davis et al. (1984) gefundenen, die in zwei Untersuchungen einen höheren Blutdruck seitens der Augmenter fanden. Im ersten Experiment wurden die Blutdruckmessungen bei Davis und Kollegen während und nach einer akustischen Versuchsanordnung aufgezeichnet und gemittelt. In ihrem zweiten Experiment wurden ebenfalls drei Messungen (diesmal jedoch in einer Ruhephase) zusammengefasst. Somit können unterschiedliche situative Bedingungen nicht als Erklärung für die hier gefundenen divergenten Ergebnisse herangezogen werden. Die Autoren erklären die Ergebnisse mit einem dem Typ A zugehörigen Verhaltensmuster der Augmenter (explosibles, wettbewerbsorientiertes Verhalten) und dem damit verbundenen Risiko zur Ausbildung einer koronaren Herzkrankheit. Es ist jedoch nicht unmittelbar einsichtig, dass Augmenter deshalb einen erhöhten Blutdruck haben sollten. Ebenso ist denkbar (und aufgrund des

R-A-Fragebogens auch wahrscheinlich), dass Augmenter Personen sind, die sportlichen Aktivitäten nachgehen und aufgrund ihrer körperlichen Konstitution keinen auffällig hohen oder sogar eher einen niedrigen Blutdruck aufweisen sollten. Um die Frage zu untersuchen, ob Augmenter nur in sehr spezifischen Situationen einen höheren Blutdruck aufweisen als Reducer, müssten Studien konzipiert werden, die mittels kontinuierlicher Blutdruckmessung Augmenter und Reducer bei verschiedenartig beanspruchenden Aufgaben untersuchen.

### 3.6.2 Reaktionszeitunterschiede

Vorrangiges Ziel des Reaktionszeitexperimentes war es zunächst, die in Experiment 1 gefundenen Reaktionszeitunterschiede zwischen Augmentern und Reducern zu replizieren. Tatsächlich konnte der in Experiment 1 gefundene eindrucksvolle Unterschied von etwa 93 ms wiedergefunden werden: Augmenter reagierten in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe etwa 90 ms schneller als Reducer. Darüberhinaus war zu beobachten, dass Augmenter mehr Commissions-Fehler begingen als Reducer. Sie zeigten also häufiger als Reducer auch auf sogenannte „Catch“-Trials eine Reaktion. Augenscheinlich reagierten Augmenter zwar schnell, aber weniger sorgfältig. Reducer hingegen schienen sorgsamer zu arbeiten, dafür aber auf Kosten der Geschwindigkeit: Nach einer solchen Interpretation im Sinne eines „Speed-Accuracy-Trade-offs“ ließen sich Reducer als Personen beschreiben, die - ähnlich wie das für Introvertierte proklamiert wurde - über einen reflexiveren Verhaltensstil verfügten, wohingegen Augmenter (analog zu Extravertierten) eher als Personen mit einem impulsiven Verhaltensstil beschrieben werden könnten. Diese Einteilung scheint vor dem Hintergrund der insgesamt geringen Fehleranzahl jedoch fragwürdig. Von 30 möglichen Fehlern begingen Augmenter durchschnittlich nur 2,04 Fehler, Reducer 0,74. Darüberhinaus waren bezüglich der Omissions-Fehler (d. h. Auslassungsfehler) keine Unterschiede zwischen den Persönlichkeitsgruppen zu beobachten. Als einfaches Impulsivitätsmaß kann die Nettofehlerzahl herangezogen werden (persönliche Kommunikation, Ising, 08.12.1999). Sie berechnet sich aus der Differenz zwischen Commissions- und Omissions-Fehler. Danach indiziert eine Nettofehlerzahl  $< 0$  einen reflexiven Verhaltensstil (dies bedeutet, dass mehr Omissions- als Commissions-Fehler begangen wurden), eine Nettofehlerzahl  $> 0$  einen impulsiven Verhaltensstil (mehr Commissions- als Omissions-Fehler). Eine Nettofehlerzahl  $= 0$  erlaubt hingegen keinen eindeutigen Rückschluß auf den Verhaltensstil. Werden die hier untersuchten Augmenter und Reducer nach diesen Kriterien in bezug auf ihren Verhaltensstil eingeteilt, so resultieren folgende Häufigkeiten (siehe Tabelle 2.15).

Tab. 2.15. Einteilungen von Augmentern und Reducern in bezug auf ihren Verhaltensstil (für weitere Erklärungen siehe Text).

	Verhaltensstil			Gesamt
	reflexiv	impulsiv	weder noch	
Augmenter	0	15	10	25
Reducer	4	13	10	27
Gesamt	4	28	20	52

Der Tabelle ist zu entnehmen, dass die meisten Probanden als impulsiv oder „weder noch“ zu klassifizieren sind. Dabei zeigen sich keine deutlichen Beziehungen zum Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing. Zwar sind unter den Reducern mehr Personen mit einem reflexiven Verhaltensstil zu finden, eine anschließende Analyse erbrachte jedoch keine signifikant unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen ( $\Phi = .28$ ;  $p > .1$ ). Daher sollten die Daten der Einfach-Reaktionszeitaufgabe weniger im Sinne von „Impulsivität - Reflexivität“ interpretiert werden, sondern wohl eher im Sinne einer schnelleren Reaktionsorganisation seitens der Augmenter. Sicherlich erlaubt dieses Ergebnis keine hinreichenden Schlußfolgerungen in bezug auf den Verhaltensstil, da die zugrundegelegte Aufgabe sehr leicht war, d. h. die „Go“- bzw. „Catch“-Trials waren sehr leicht identifizierbar. Für eine eingehendere Analyse des Verhaltensstils wäre es unverzichtbar, schwierigere Diskriminationsaufgaben (z. B. Bildervergleiche) heranzuziehen, da bei solchen Aufgaben größere Unterschiede zwischen verschiedenen Verhaltensstilen zu erwarten wären.

In der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe zeigte sich ein differenzierteres Bild als in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe: In der ersten Versuchshälfte waren keine Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern in der Reaktionszeit zu beobachten, in der zweiten Versuchshälfte hingegen waren Augmenter ca. 55 ms schneller als Reducer. Bezüglich der Tastenverwechslungen (Anzahl der Richtungsfehler) unterschieden sich Augmenter und Reducer nicht. Die Unterschiede in der Reaktionsgeschwindigkeit in der zweiten Versuchshälfte könnten auf differentielle Übungeffekte zurückzuführen sein. Demnach hatten Augmenter die Bedeutung der Zahlen schneller gelernt als Reducer, bzw. sie konnten die Zuordnung der Zahlen zur Reaktionshand nach dem ersten Durchgang besser automatisieren. Die insgesamt weniger deutlichen Reaktionszeitunterschiede zwischen Augmentern und Reducern in der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe gegenüber der Einfach-Reaktionszeitaufgabe könnten auf die komplexeren Erfordernisse bei der Aufgabenbearbeitung zurückzuführen sein. Im Gegensatz zur Einfach-Reaktionszeitaufgabe mussten die Probanden bei dieser Aufgabe entscheiden, mit welcher Hand zu reagieren war. Die Hinzunahme der zusätzlichen Informationsverarbeitungsstufe „decision“ (siehe Abbildung 2.25) zeigte sich in einem Anstieg der Reaktionszeit im Vergleich zur Einfach-Reaktionszeitaufgabe um durchschnittlich 82,35 ms. Dabei war der Reaktionszeitanstieg in der Gruppe der Augmenter mit 107,33 ms deutlich grö-

ßer als in der Gruppe der Reducer (57,67 ms). Dies könnte dahingehend interpretiert werden, dass bei Augmentern die Vorteile gegenüber Reducern in der Reaktionsausführung mit den zunehmenden kognitiven Anforderungen in den Hintergrund traten. Es kam nun nicht mehr auf ein schnelles Reagieren an, sondern zunächst auf ein Klassifizieren des Reizes und dann auf ein Reagieren mit der richtigen Hand. Dies würde bedeuten, dass Augmenter gegenüber der Einfach-Reaktionszeitaufgabe entweder deutlich mehr Zeit für die Stimulusanalyse oder für die Reaktionsauswahl investieren würden als Reducer. Für eine langsamere Reaktionsauswahl spricht z. B. die Angabe eines in der SRT sehr schnellen, in der CRT jedoch langsameren Augmenters in einem nach dem Experiment bearbeiteten Evaluationsfragebogen. Dort gab er an: „Ich hatte den Eindruck, daß ich die Zahlen schneller kategorisieren kann als darauf zu reagieren.“ Offensichtlich vermochte dieser Augmenter die Zahlen zwar schnell zu klassifizieren, die Auswahl der Reaktionshand dauerte jedoch länger. Die Geschwindigkeit der Reaktionsauswahl ließe sich mit Hilfe des Lateralisierten Bereitschaftspotentials (LRP; sie hierzu etwa Coles et al., 1995) erfassen<sup>2</sup>. Mit dessen Hilfe ist es möglich, den Beginn der motorischen Programmierung einer Bewegung zu erfassen (durch Ableitung von Differenzpotentialen zwischen den motorischen Kortizes). Zu der Möglichkeit einer verlangsamten Stimulusanalyse wird in Abschnitt 3.6.4 näher eingegangen.

Es könnte argumentiert werden, dass eine mögliche Ursache für die geringeren Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen Augmentern und Reducern in der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe im Versuchsablauf lokalisiert sein könnte. Die Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe war immer zu Beginn des Experiments positioniert, die Einfach-Reaktionszeitaufgabe dagegen am Ende. Es wäre möglich, dass Reducer mit zunehmender Versuchsdauer schneller ermüden als Augmenter und dadurch in ihrer Leistungsfähigkeit stärker beeinträchtigt werden. Auch dies könnte zu langsameren Reaktionszeiten seitens der Reducer geführt haben, zumal diese Vermutung durch den Umstand gestützt wird, dass die Reaktionszeitunterschiede zwar nicht in der ersten, dafür aber in der zweiten Hälfte der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe bestanden (wo vielleicht schon eine Ermüdung einsetzte). Eine solche Interpretation ist jedoch unwahrscheinlich. Reducer gaben zwar auf subjektiver Ebene eine stärkere Abnahme der Aktiviertheit als Augmenter an (siehe auch Abschnitt 3.6.6), am Ende des Experiments bestanden jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Darüberhinaus konnten auch in Experiment 1 (wo die Reaktionszeitaufgabe ebenfalls am Ende des Experiments lokalisiert war) keine Unterschiede in der subjektiven oder gar der physiologischen Aktiviertheit festgestellt werden: Die  $\alpha$ -Power während der Bearbeitung der Reaktionszeitaufgabe war bei Augmentern und Reducern ähnlich, in den peripher-physiologischen Variablen schienen Reducer sogar stärker aktiviert zu sein als Augmenter. Weiterhin konnten nachträglichen Analysen

---

<sup>2</sup> In diesem Experiment wurde ebenso das LRP abgeleitet. Dessen Analyse erwies sich jedoch als überaus schwierig, da zwischen Augmentern und Reducern beträchtliche Amplitudenunterschiede bestanden. In einem solchen Fall ist die Bestimmung der Latenzen problematisch (Miller, Patterson & Ulrich, 1998).

zufolge in beiden Experimenten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Reaktionszeit und der am Ende des Experiments angegebenen subjektiven Aktiviertheit festgestellt werden (im ersten Experiment  $r = -.01$ , im zweiten Experiment  $r = .07$ ). Somit kann ein differentieller Ermüdungseffekt nicht als Erklärung für die hier gefundenen Reaktionszeitunterschiede herangezogen werden.

Ein weiteres Ziel dieses Experiments war es, mit Hilfe von Methoden der kognitiven Psychophysikologie auf die Ursachen der Reaktionszeitunterschiede zu schließen. Hierzu sollen zunächst die Ergebnisse der Reaktionsvorbereitungsphase diskutiert werden, dann jene zu den evozierten Potentialen und schließlich die EMG-Befunde.

### 3.6.3 Die Reaktionsvorbereitungsphase

Die terminalen Amplituden der CNVs in der Einfach- und Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe waren im Vergleich zu anderen Studien eher niedrig. Dies mag teilweise auf das in dieser Untersuchung verwendete  $S_1$ - $S_2$ -Paradigma zurückzuführen sein. In diesem Experiment war der  $S_1$  das Erscheinen eines kontinuierlichen Warnreizes und der  $S_2$  das Einblenden eines kontinuierlichen imperativen Reizes. Somit stellt dieses Experiment kein klassisches  $S_1$ - $S_2$ -Paradigma dar, bei dem der  $S_1$  ein distinkter Reiz (meistens ein visuelles Signal) ist und der  $S_2$  ebenso ein distinktes Signal (z. B. ein Ton). Auf C4 war die stärkste Negativierung zu finden und auf Pz die geringste. Eine stärkere Negativierung auf zentralen Positionen bei primär motorischen Aufgaben konnten auch Leynes, Allen und Marsh (1998) beobachten. Zudem war die CNV in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe geringer ausgeprägt als in der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe, was in Übereinstimmung mit O'Connor (1983) steht. Er führt an, dass die CNV bei Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgaben gegenüber Einfach-Reaktionszeitaufgaben stärker ausgeprägt sein soll. Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern in der terminalen CNV-Amplitude bestanden bei beiden Aufgabentypen nicht.

Die Herzrate zeigte ein typisches Verlaufsmuster: Bis zum imperativen Reiz konnte eine zunehmende Dezeleration beobachtet werden, die zum Zeitpunkt des IS am stärksten ausgeprägt war. Danach ging die Dezeleration in eine Akzeleration über, die bei jenen Reizen am stärksten war, auf die reagiert werden sollte („Go“-Trials). Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit Untersuchungen von van der Molen et al. (1983), nach denen die einsetzende Akzeleration nach dem IS bei NoGo-Aufgaben deutlich schwächer sein soll als bei Go-Aufgaben. Auch in der Herzrate konnten jedoch keine Persönlichkeitsunterschiede, weder in der Einfach- noch in der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe beobachtet werden.

Demnach unterschieden sich Augmenter und Reducer in der Reaktionsvorbereitungsphase nicht voneinander. Damit unterscheidet sich dieses Ergebnis von jenen Untersuchungen die bereits im Reaktionsvorbereitungsstadium Unterschiede zwischen hoch- und niedrig-impulsiven Probanden in der CNV beobachten konnten (z. B. Brown et al., 1989; Hohnsbein et al., 1998; Krijns et al., 1994). Bei Betrachtung der Verhaltensdaten erscheint dies jedoch plausi-

bel: Obwohl Augmenter schneller waren als Reducer, begingen sie dennoch nicht übermäßig viele Commissions-Fehler wie dies von hoch-impulsiven Probanden zu erwarten wäre (ihre Fehlerrate war mit 6,8% insgesamt gesehen doch sehr gering).

Obwohl sich Augmenter und Reducer also in ihrer Vorbereitung nicht signifikant voneinander unterschieden, waren Augmenter - zumindest in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe - schneller. Der Grund dafür sollte also in späteren Prozessen der Informationsverarbeitung, wie der Stimulusevaluation oder Muskelinnervation zu finden sein.

### 3.6.4 Die Stimulusevaluation: Evozierte Potentiale

Im Rahmen des zugrundegelegten Stufenmodells ist die  $P_3$ -Latenz ein Indikator für den Abschluß einer frühen Verarbeitungsstufe der Reizwahrnehmung und -evaluation. In diesem Parameter unterschieden sich die Persönlichkeitsgruppen in der „Go“-Bedingung nicht voneinander. Bei beiden Persönlichkeitsgruppen trat die  $P_3$  in etwa gleich schnell auf (nach durchschnittlich 345 ms). In der „Catch“-Bedingung verlängerte sich die Latenz auf etwa 397 ms. Dies erscheint plausibel: Die „Catch“-Trials waren die selteneren Trials (30 vs. 70 Trials), die zudem in ihrer Bedeutung den „Go“-Trials entgegengesetzt waren. Nach der Klassifikation der Frage musste deren abweichende Bedeutung („jetzt nicht reagieren“) extrahiert werden. Hier zeigten sich auch deutliche Persönlichkeitsunterschiede: Augmenter bildeten die  $P_3$  ca. 33 ms früher aus als Reducer. Der Latenzunterschied zwischen der „Go“-Bedingung und der „Catch“-Bedingung betrug bei den Augmentern 33,61 ms, bei den Reducern war er doppelt so groß (67,16 ms). Dies spricht zunächst dafür, dass bei den Augmentern die Dauer der Stimulusevaluation weniger von der Reizbedeutung abhängig war als bei den Reducern. Sie konnten die Bedeutung der „Catch“-Trials also schneller extrahieren. Gleichzeitig begingen sie jedoch auch mehr Commissions-Fehler als die Reducer. Dies läßt vermuten, dass die Evaluation der „Catch“-Reize zwar schneller, jedoch nicht so gründlich vorgenommen wurde wie bei den Reducern. Diese benötigten zur Stimulusevaluation der „Catch“-Trials gegenüber den „Go“-Trials doppelt so viel Zeit wie Augmenter; sie schauten quasi „zweimal hin“, evtl. um eine voreilige Reaktion unterbinden zu können. Eine solche Interpretation würde allerdings der Untersuchung von Coles et al. (1985) widersprechen. Diesen Autoren zufolge scheint eine positive Beziehung zu bestehen zwischen der Stimulusevaluation und der Bearbeitungs-genauigkeit. Sie fanden weniger Fehler in Versuchsdurchgängen mit einer kürzeren  $P_3$ -Latenz. Die Autoren nehmen an, daß bei einem frühen Abschluß der Reizevaluation (indiziert durch eine kurze  $P_3$ -Latenz) mehr Information zur Durchführung der korrekten Reaktion zur Verfügung steht.

Neben dem Latenzunterschied in der  $P_3$ -Komponente entwickelten Augmenter in beiden Bedingungen („Go“- als auch „Catch“-Trials) eine größere  $N_1$ -Amplitude als Reducer. Die  $N_1$  wird mit Prozessen der Aufmerksamkeitszuwendung und Reizselektion in Verbindung gebracht (z. B. Lutzenberger et al., 1985), häufig wird sie auch mit Begriffen wie „Filterung“

oder „stimulus set“ belegt (z. B. Kok, 1997). Das bedeutet, die  $N_1$  indiziert die Bereitstellung von Wahrnehmungsressourcen für eine frühe Merkmalsanalyse, die sich hauptsächlich auf physikalische Reizeigenschaften, wie etwa Form, Frequenz oder Farbe beziehen soll. In eine ähnliche Richtung argumentieren auch Hillyard, Mangun, Woldorff und Luck (1995; zit. nach Kok, 1997). Ihnen zufolge weist die  $N_1$  auf einen selektiven sensorischen Zustand hin, in dem die Wahrnehmungssensitivität für einkommende Reize erhöht ist. Die Ergebnisse zur  $N_1$ -Komponente lassen vermuten, dass Augmenter für die Analyse des IS in stärkerem Maße als Reducer kognitive Verarbeitungskapazität für die Reizaufnahme und -filterung aktivierten. Diese stärkere Allokation von Verarbeitungsressourcen könnte den Grundstein gelegt haben für die schnelleren Reaktionszeiten der Augmenter. Eine alleinige Verursachung der Reaktionszeitunterschiede durch die  $N_1$ -Komponente ist jedoch unwahrscheinlich: Einer nachträglich durchgeführten Analyse zufolge, betrug die gemeinsame Varianz der  $N_1$ -Komponente und der Reaktionszeit in der Gesamtstichprobe gerade einmal 10% ( $r = -.32$ ). Dementsprechend wäre eine ausgeprägte  $N_1$ -Amplitude zwar keine hinreichende, vielleicht aber eine notwendige Bedingung für eine schnelle Reaktion. Vor diesem Hintergrund erscheint auch der  $P_3$ -Latenzunterschied in der „Catch“-Bedingung plausibel: Wenn verstärkt frühe Verarbeitungsressourcen aktiviert werden, kann die Stimulusevaluation schneller erfolgen. Unbeantwortet bleibt indes die Frage, warum das nicht auch auf die „Go“-Bedingung zutreffen sollte, da die  $N_1$  bei den Augmentern in beiden Bedingungen höher war, die  $P_3$ -Latenz jedoch nur in der „Catch“-Bedingung kürzer war als bei den Reducern.

Bei der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe verlängerte sich die Zeit zur Analyse des Reizes (also die  $P_3$ -Latenz) gegenüber der Einfach-Reaktionszeitaufgabe um ca. 100 ms, was mit einer anspruchsvolleren Stimulusanalyse erklärt werden kann (siehe auch McCarthy & Donchin, 1981). Zwischen den Persönlichkeitsgruppen konnten jedoch keine Latenzunterschiede beobachtet werden. Einer nachträglich durchgeführten Datenanalyse zufolge war jedoch der Anstieg in der  $P_3$ -Latenz von der Einfach- zur Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe in der Gruppe der Augmenter signifikant größer (+ 120,36 ms) als in der Gruppe der Reducer (+ 89,87). Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass Augmenter im Vergleich zur Einfach-Reaktionszeitaufgabe mehr Zeit für die Stimulusanalyse investierten als Reducer. Durch die höheren Anforderungen an die komplexere Stimulusanalyse schienen Augmenter die Vorteile in der Reaktionsgeschwindigkeit einzubüßen.

### 3.6.5 Späte Prozesse: Das EMG

Hinsichtlich des EMG-Onsets konnten deutliche Persönlichkeitsunterschiede ermittelt werden. In der Einfach-Reaktionszeitaufgabe entwickelten Augmenter die Muskelkontraktion ca. 58 ms früher als Reducer. Weiterhin war bei ihnen die Reaktionskraft größer, was sich in einer deutlich höheren EMG-Amplitude widerspiegelte. Auch in der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe entwickelten die Augmenter das EMG früher als Reducer (um 27 ms), jedoch konnten diesmal keine Gruppenunterschiede in der EMG-Amplitude ermittelt werden. Die



schnellere Muskelinnervation könnte das Resultat eines generell erhöhten Muskeltonus seitens der Augmenter sein. Dadurch wäre es ihnen schneller möglich die Muskelkraft aufzubauen, um die Reaktionstaste zu betätigen. Um dies zu testen, wurde eine nachträgliche Analyse des Ruhe-EMGs durchgeführt. Hierbei zeigten sich jedoch keine Unterschiede zwischen den Persönlichkeitsgruppen, d. h. die bei den Augmentern beobachtete schnellere Innervation der Muskulatur ist unabhängig vom habituellen Muskeltonus zu sehen. Die Ergebnisse zeigen, dass Augmenter besonders in der Initiierung motorischer Bewegungen Reducern überlegen sind. Die größere Muskelkraft der Augmenter in der Einfach- im Vergleich zur Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe könnte ein Hinweis sein auf eine geringer ausgeprägte Verhaltenshemmung bei dieser Aufgabe. Im Gegensatz zu den Reducern scheinen Augmenter in besonderem Maße reaktionsorientiert (oder „response hungry“ im Sinne Brebner & Coopers, 1974) zu sein.

Bei der Interpretation der EMG-Ergebnisse bieten sich weiterhin Parallelen zu den Studien zur Extraversion der Gruppe um Stelmack (Doucet & Stelmack, 1997; Stelmack et al., 1993) oder Wickett und Vernon (2000) und Netter und Rammsayer (1989) an, die alle Unterschiede zwischen Extra- und Introvertierten in der Motorzeit finden konnten. Hierbei zeigte sich, dass Extravertierte nicht in der Reaktionszeit (d. h. in der Zeit vom Beginn des IS bis zum Heben des Fingers von einer Ruhe-Taste) Introvertierten überlegen waren, sondern in der Geschwindigkeit der Bewegungsausführung (d. h. der Fingerbewegung zu einer Zieltaste). Es könnte vermutet werden, dass aufgrund der schnelleren Muskelinnervation und der - zumindest im Einfach-Reaktionszeitexperiment - größeren EMG-Amplitude Augmenter auch in einer Aufgabe, die die separate Erfassung der Motorzeit erlaubt, besser abschneiden sollten als Reducer. Diese Vermutung wird weiterhin erhärtet durch frühe Untersuchungen zum Augmenting-Reducing Konstrukt (siehe Barnes, 1976), wonach unter Kontaktsportlern eher Augmenter (Petries Reducer) anzutreffen sind. Diese Sportarten zeichnen sich dadurch aus, dass eine schnelle Bewegungsausführung unerlässlich für den Erfolg ist.

### **3.6.6 Die subjektive Befindlichkeit**

In der subjektiven Befindlichkeit zeigte sich eine Abnahme der Aktiviertheit und der kognitiven Aufnahmefähigkeit zum Ende des Experiments bei beiden Persönlichkeitsgruppen. Allerdings war die Abnahme in der Skala „Allgemeine Aktiviertheit“ in der Gruppe der Augmenter weniger stark ausgeprägt als bei den Reducern; Reducer ermüdeten also stärker als Augmenter. Dieser Effekt basierte jedoch nicht darauf, dass Reducer zum Ende eine signifikant geringere Aktivierung angaben bzw. vor dem Experiment signifikant aktivierter waren als Augmenter.

### *Zusammenfassende Diskussion*

Durch den Einsatz psychophysiologischer Indikatoren ist es gelungen, die Unterschiede in der Informationsverarbeitung zwischen Augmentern und Reducern feiner auszudifferenzieren, als

dies aufgrund reiner Verhaltensdaten möglich gewesen wäre. Den Ergebnissen der Einfach-Reaktionszeitaufgabe zufolge waren Augmenter schneller als Reducer und begingen mehr Commissions-Fehler. Unterschiede in der Reaktionsvorbereitungsphase scheiden für eine Erklärung dieses Sachverhalts aus; beide Gruppen schienen gleich gut vorbereitet zu sein. In den vom IS evozierten Potentialen wiesen Augmenter eine höhere  $N_1$ -Amplitude auf und entwickelten die  $P_3$  auf die „Catch“-Trials früher als Reducer. Dies kann im Sinne einer effizienteren Allokation von Verarbeitungsressourcen interpretiert werden, d. h. Augmenter schienen für die weitere Verarbeitung des Reizes besser präpariert zu sein. Ebenso zeigten sich am Ende der Informationsverarbeitungskette signifikante Unterschiede: Augmenter entwickelten ein früheres und stärker ausgeprägtes EMG. Reducer hingegen betätigten die Zieltaste langsamer und schwächer als Augmenter. Dies könnte als eine „vorsichtigerer“ Reaktion interpretiert werden. In diesem Sinne ließe sich das Wirksamwerden einer Art Verhaltenshemmung bei den Reducern annehmen. Augmenter hingegen schienen ungehemmter zu reagieren. In diese Richtung kann auch die Aussage eines Augmenters interpretiert werden, der in einem Evaluationsfragebogen auf die Frage nach dem Grund falscher Reaktionen angab: „Ich konnte den Impuls schlecht zurücknehmen.“ Bezüglich des in Abschnitt 3.1.2 (Seite 106) angeführten Informationsverarbeitungsmodells kann also gefolgert werden, dass sich die schnelleren Reaktionen der Augmenter in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe aus einer effektiveren Aufmerksamkeitsallokation und einer schnelleren Muskelinnervation zusammensetzten.

In der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe waren die zu beobachtenden Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern geringer. Nur in der zweiten Versuchshälfte waren Augmenter signifikant schneller als Reducer, möglicherweise weil sie besser lernten, eine Verbindung zwischen dem IS und der Reaktionshand herzustellen. Sowohl in der Reaktionsvorbereitung als auch den evozierten Potentialen unterschieden sich die Gruppen nicht. Lediglich der Zeitzuwachs für die Stimulusanalyse gegenüber der Einfach-Reaktionszeitaufgabe war bei den Augmentern größer als bei den Reducern, d. h. die komplexere Stimulusanalyse dauerte bei den Augmentern länger als dies aufgrund der Ergebnisse der Einfach-Reaktionszeitaufgabe zu erwarten gewesen wäre. Bezüglich des EMGs konnte zwar bei den Augmentern ebenfalls eine frühere Innervation der Motorik beobachtet werden, die in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe aufgetretenen Unterschiede in der Reaktionskraft ließen sich jedoch nicht mehr beobachten. Augmenter schienen ihre Vorteile bei der Reaktionsausführung durch die zusätzliche Informationsverarbeitungsstufe nicht mehr ausspielen zu können. In der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe musste zunächst das Erscheinen der Zahl erkannt, dann deren Bedeutung extrahiert werden (gerade vs. ungerade) und schließlich mußte vor der Reaktion die richtige Entscheidung über die Reaktionshand getroffen werden. Die komplexere Aufgabe veranlasste die Augmenter augenscheinlich dazu, gehemmt zu reagieren als in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe. Die Ergebnisse der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe stehen in Kontrast zu jenen Untersuchungen, die bei Extravertierten schnellere Reaktionen bei komplexeren Aufgaben beobachten konnten (Brebner, 1990; Dickman & Meyer, 1988; Doucet & Stelmack,

1997; Orlebeke et al., 1990). Ebenso weichen die Ergebnisse von jenen Studien ab, die Unterschiede zwischen hoch- und niedrig-Impulsiven in der Reaktionsvorbereitung finden konnten (z. B. Brown et al., 1989, Hohnsbein et al., 1998; Krijns et al., 1994) oder aber eine frühere Reizerkennung seitens Introvertierter proklamieren (z. B. Brebner, 1990). All dies scheint auf die Dimension Augmenting-Reducing nicht zuzutreffen. Augmenter scheinen vielmehr bei einfachen Aufgaben „enthemmter“ (oder risikobereiter) als Reducer zu reagieren, wenn die Aufgabenkomplexität jedoch größer wird, scheint diese Enthemmtheit zurückzugehen. Tatsächlich zeigte auch eine eingehendere Analyse des Befindlichkeitsfragebogens, dass sich Augmenter in allen Experimenten als weitaus risikobereiter beschrieben als dies Reducer taten. Reducer hingegen schienen besonders bei der Einfach-Reaktionszeitaufgabe mehr Verhaltenshemmung zu zeigen. In diesem Sinne zeigte sich bei den Reducern in der Tat eine Art Response-Inhibition und bei den Augmentern eine Response-Exzitation, wie dies in der Theorie von Brebner und Cooper (1974) proklamiert wird. Eine Stimulus-Exzitation bei den Reducern einerseits und eine Stimulus-Inhibition bei den Augmentern andererseits konnte in dieser Studie jedoch nicht bestätigt werden. Die Art der Stimulusanalyse schien vielmehr von der Komplexität der Aufgabe abzuhängen. Zumindest in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe zeigten Augmenter eher eine S-Exzitation, da sie besser in der Lage waren als Reducer, frühe Ressourcen für die Reizanalyse bereitzustellen, wohingegen diese Vorteile bei der Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe nicht mehr bestanden.

### 3.7 Ableitung der Fragestellungen zu Experiment 3

Die Ergebnisse zu den Reaktionszeitexperimenten belegen, dass sich Augmenter und Reducer besonders in der Endphase der Informationsverarbeitungskette, d. h. der motorischen Programmierung voneinander unterscheiden. Hier konnte bei Augmentern eine früher einsetzende und in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe stärkere motorische Innervation beobachtet werden als bei den Reducern. Bei der komplexeren Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe waren die Unterschiede nicht mehr so deutlich, jedoch immer noch in der gleichen Richtung. Aufgrund dieser Ergebnisse läßt sich vermuten, dass Augmenter besonders bei sehr einfachen motorischen Aufgaben eine höhere Leistung erzielen als Reducer. Ein typisches Beispiel für eine sehr einfache motorische Aufgabe ist das Tappingexperiment. Üblicherweise werden die Probanden dabei instruiert über einen begrenzten Zeitraum (von ein bis zwei Minuten) mit einem Griffel entweder so schnell wie möglich oder in einem für sie angenehmen Tempo ( $\approx$  persönliches Tempo) auf eine Metallplatte zu klopfen. Statt eines Griffels kann auch eine Art Morsetaste verwendet werden (Amelang & Breit, 1983). Für die hier interessierende Fragestellung wurde ein Tappingexperiment ausgewählt, bei dem die Probanden so schnell wie möglich reagieren sollten, um die maximal mögliche Leistung zu testen. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen der Leistung in Tappingaufgaben und der Persönlichkeit stammen größtenteils aus dem Bereich der Extraversionsforschung. Eysenck (1967) berichtet zum Beispiel von einer Untersuchung, in der sich zeigte, dass Extravertierte mit fortlaufender Tappingdauer mehr unwillkürliche Ruhepausen einlegten, d. h. langsamer wurden als Introvertierte. Dieser Befund wird erklärt durch das Ungleichgewicht von inhibitorischen und exzitatorischen Potentialen bei Introvertierten und Extravertierten. So sollen bei Introvertierten exzitatorische Potentiale überwiegen, wohingegen bei Extravertierten mit fortlaufender Tappingdauer mehr inhibitorische Potentiale aufgebaut werden. Leider gibt es bis heute fast keine Studien, die diesen Befund zu replizieren versuchten. Amelang und Breit (1983) konnten ebenfalls beobachten, dass Extravertierte mit fortlaufender Aufgabenausführung langsamer wurden als Introvertierte. Darüberhinaus zeigten sich deutliche Gruppenunterschiede, wenn die Probanden bezüglich Soziabilität und Impulsivität (die beiden Subfaktoren der Extraversion) in hoch- und niedrig- ausgeprägt klassifiziert wurden. Während zwischen hoch- und niedrig-soziablen Probanden keine Leistungsunterschiede in der Tappingaufgabe bestanden, zeigte sich ein Haupteffekt der Impulsivität: Hoch-Impulsive waren während der gesamten Aufgabenbearbeitung signifikant langsamer als niedrig-Impulsive. Die Autoren erklären dies mit einer erniedrigten kortikalen Aktivierung seitens der hoch-Impulsiven. Aufgrund dieser Befunde und den in Tabelle 1.1 (Seite 37) deutlich positiven Zusammenhängen zwischen Extraversion und der RAS könnte ebenso angenommen werden, dass die hier untersuchten Augmenter in der Tappingaufgabe langsamer sein sollten, bzw. mit fortlaufender Aufgabenbearbeitung langsamer werden sollten als die Reducer. Ein solches Ergebnis wäre jedoch aufgrund der EMG-Ergebnisse aus Experiment 2a nicht zu erwarten. Dort zeigte sich eine generell schnellere und bei der Einfach-Reaktionszeitaufgabe auch eine stärkere Muskelinnerva-

tion der Augmenter. Eine solch „exzitativere“ Motorik der Augmenter bei der Tappingaufgabe könnte im Sinne einer divergenten Validität gegenüber Extraversion interpretiert werden. Weiterhin interessierte die Frage, ob in einer motorischen Aufgabe, bei der es auf genaueres Arbeiten ankommt, Augmenter mehr Fehler machen als Reducer oder aber beide Gruppen ähnlich abschneiden. Beide Annahmen erscheinen hier plausibel, da zum einen Augmenter in den Reaktionszeitexperimenten eine schnellere (und u. U. eine unkontrolliertere) Muskelinnervation aufwiesen, zum anderen aber die EMG-Unterschiede bei der komplexeren Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe weniger deutlich bestanden. Weiterhin sollte geprüft werden, ob sich die Reaktionszeitunterschiede in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe ein drittes Mal replizieren lassen. Um dies zu überprüfen, sollte erneut eine Einfach-Reaktionszeitaufgabe, diesmal zu Beginn des Experiments, dargeboten werden. Hier sollten sich erneut die Unterschiede in der Reaktionszeit replizieren lassen. Um dies zu testen, wurde eine einfache Reaktionszeitaufgabe mit variablem  $S_1$ - $S_2$  Intervall vorgegeben (vergleichbar mit der Aufgabe in Experiment 1).

Die psychomotorischen Experimente verfolgten also drei wesentliche Ziele: Zum einen sollte geprüft werden, ob Augmenter bei einer einfachen motorischen Aufgabe (Tapping) schneller sind als Reducer (wie dies aufgrund der EMG-Ergebnisse aus Experiment 2b zu erwarten wäre) oder aber langsamer sind bzw. mit fortlaufender Dauer langsamer werden (wie dies die Experimente zur Extraversion nahelegen). Zum anderen stellte sich die Frage, ob Augmenter bei einer Aufgabe, bei der die Bearbeitungsgenauigkeit entscheidend ist (Tracking) mehr oder gleich viele Fehler wie Reducer begehen würden. Außerdem sollte getestet werden, ob die Reaktionszeitunterschiede zwischen den Persönlichkeitsgruppen unabhängig vom Faktor „Experimentaldauer“ sind, d. h. sind Augmenter in einer Einfach-Reaktionszeitaufgabe auch dann schneller als Reducer, wenn diese am Anfang des Experiments positioniert wurde? Wenn dies nicht bestätigt werden sollte, müsste angenommen werden, dass bestimmte psychologische Veränderungen während der Aufgabenbearbeitungen die in Experiment 1 und 2b gefundenen Reaktionszeitunterschiede moderiert haben könnten.

#### 4. Experiment 3: Psychomotorische Experimente

Ziel dieses Experiments war es, die Befunde zur Reaktionszeit auszuweiten und die Ergebnisse einer exzitativeren Motorik seitens der Augmenter zu testen. Auch in dieser experimentellen Anordnung wurde vor dem Experiment eine 5-minütige Ruhephase eingeplant. Das gesamte Experiment dauerte etwa 40 Minuten.

##### 4.1 Methode

##### 4.1.1 Stichprobe

Versuchspersonen waren 18 Augmenter (9 männlich, 9 weiblich) und 18 Reducer (9 männlich, 9 weiblich), eingeteilt nach der RAS. Augmenter wiesen einen Summenscore • 30 auf, Reducer • 23. Der durchschnittlichen RAS-Score der Augmenter betrug 34,56 auf, der der Reducer betrug 17,22. Das Durchschnittsalter lag in der Gruppe der Augmenter bei 27,89 Jahren (SD = 3,82; Range: 21 - 34), in der Gruppe der Reducer bei 27,33 Jahren (SD = 3,31; Range: 19 - 33). Folgende Tabelle veranschaulicht die Altersmittelwerte in Abhängigkeit von der Persönlichkeit und dem Geschlecht.

Tab. 2.16. Mittleres Alter in den Versuchsgruppen.

	Augmenter	Reducer
männlich	28,33 (SD = 3,39)	26,33 (SD = 3,39)
weiblich	27,44 (SD = 4,36)	28,33 (SD = 3,08)

Eine Varianzanalyse über das Alter mit den unabhängigen Faktoren Persönlichkeit und Geschlecht erbrachte keine signifikanten Effekte. Alle Probanden wiesen mindestens eine Fachhochschul- oder Hochschulreife auf. Für die Versuchsteilnahme wurden 20.-DM erstattet; Psychologiestudenten erhielten drei Versuchspersonenstunden bescheinigt.

##### 4.1.2 Reaktionszeitexperiment

Das Reaktionszeitexperiment war eine Replikation der SRT aus Experiment 1 (siehe Abb. 2.1 auf Seite 63), allerdings wurde diesmal eine größere Zahl von Trials dargeboten (im Übungsteil 12 Trials, die nicht in die Auswertung gingen, im experimentellen Teil 90 Trials). Die Warnphase variierte zufällig zwischen 5 und 10 Sekunden. Dem Reaktionszeitexperiment lag ein 3-faktorieller Versuchsplan zugrunde (Persönlichkeit, Geschlecht, Versuchshälfte). Ein männlicher Reducer absolvierte die Reaktionszeitaufgabe nicht korrekt. Daher werden seine Daten bei der Analyse nicht berücksichtigt.

### 4.1.3 Tappingexperiment

Das Tappingexperiment verlangte vom Probanden, zwei Minuten lang eine Taste der Computertastatur (die rechte Shift-Taste) mit dem Finger der dominanten Hand so schnell wie möglich auf und ab zu drücken. Der Versuchsplan war 3-faktoriell (Persönlichkeit, Geschlecht und Sekunde), wobei der Faktor Sekunde 12 Stufen (à 10 Sekunden) aufwies.

In Anlehnung an Amelang und Breit (1983) wurden die Off-Zeiten, d. h. die Anzahl der losgelassenen Tastendrucke pro zwei Sekunden ausgezählt. Das Programm erlaubte eine millisekundengenaue Datenerfassung.

### 4.1.4 Trackingexperiment

Beim Trackingexperiment sollten die Probanden unter einer leichten und einer schwierigen Bedingung einem Signal (Cursor) auf dem Bildschirm mit dem Zeiger einer Computermaus folgen. Der Cursor bewegte sich nur in horizontaler Richtung entsprechend vier überlagerter Sinuskurven (0,1, 0,25, 0,7 und 1,0 Hz) mit je unterschiedlichen Amplituden (siehe Abb. 2.60). Dem Experiment lag ein 4-faktorieller Versuchsplan zugrunde mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Aufgabe und Zeit.

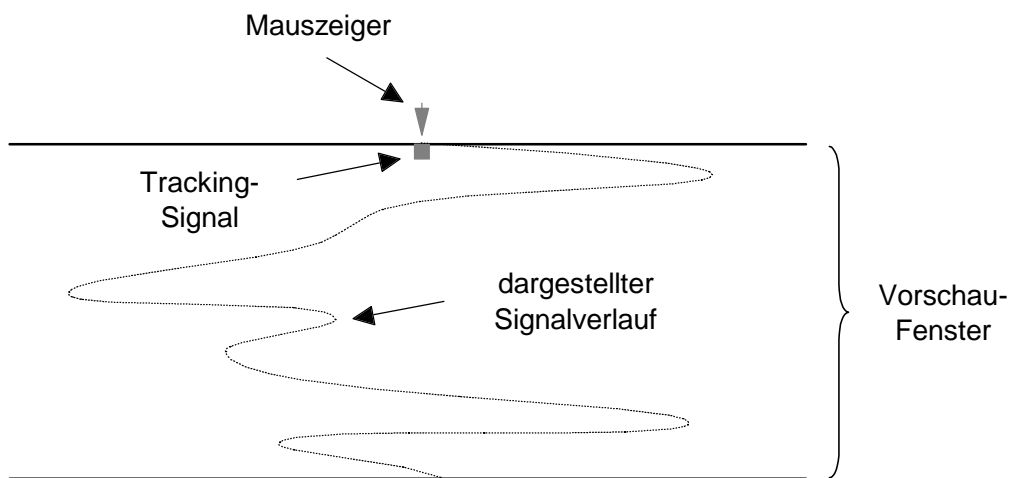


Abb. 2.60. Das Trackingexperiment. Mit dem Mauszeiger sollte ein Trackingsignal verfolgt werden, das sich nur in der horizontalen Ebene bewegte. Dargestellt ist ferner das Vorschau-Fenster, das den Probanden zu erkennen erlaubte, in welche Richtung sich das Signal in den nächsten vier Sekunden bewegen würde. Der gestrichelte Signalverlauf lief nach oben hin wie ein Film ab.

Zwei Teilaufgaben kamen zur Anwendung. In einem ersten, einfacheren Teil war jeweils vier Sekunden im voraus ersichtlich, in welche Richtung sich der Cursor als nächstes bewegen würde (dargestellt in der Abbildung). Dieser Teil des Experiments dauerte drei Minuten. Teil 2 war schwieriger. Hier fehlte das Vorschau-Fenster, so daß nicht ersichtlich war, in welche Richtung sich die Markierung bewegen würde. Auch diese Aufgabe dauerte insgesamt drei

Minuten. In beiden Teilaufgaben diente die erste Minute zur Übung, so daß nur in den letzten zwei Minuten Daten aufgezeichnet wurden.

#### 4.1.5 Abhängige Variablen

##### *Subjektive Daten*

Mit einem Fragebogen wurde die Erfahrung im Umgang mit Computer, Tastatur und Computermaus erfasst (der Fragebogen ist im Anhang zu finden).

##### *Verhaltensdaten*

Als Verhaltensdaten wurden die durchschnittliche Reaktionszeit, die Anzahl der Tastendrucke beim Tapping sowie die Fehlerrate (Root Mean Square) beim Tracking erfasst.

#### 4.1.6 Versuchsablauf

Das Experiment fand im gleichen Labor wie die vorigen Experimente statt. Vor dem Experiment wurde die Erfahrung des Probanden mit Computer, Tastatur und Computermaus mit Hilfe eines Fragebogens (siehe Anhang) erfasst. Nachdem „informed consent“ erhoben worden war, begann das eigentliche Experiment mit der Ruhephase. Im Anschluß daran begann der Übungsteil der Reaktionszeitaufgabe mit 12 Trials. Nach dessen Beendigung folgte die eigentliche SRT mit 90 Trials. Die Instruktion für den Farbwechsel von rot zu schwarz war z. B.:

Nun folgt das Reaktionszeitexperiment. Ihre Aufgabe ist es, möglichst schnell auf einen Farbwechsel des Bildschirms (Alarm-Phase) mit der <Leer>-Taste zu reagieren. Der Bildschirm wird sich also in regelmäßigen Abständen für 5 bis 10 Sekunden rot färben. Sobald er wieder auf schwarz wechselt, sollen Sie reagieren. Zunächst folgt ein Übungsdurchgang.

Legen Sie bitte Ihre Zeigefinger auf die <Leer>-Taste und reagieren Sie so schnell wie möglich!

Sowohl bei der Übungs- als auch bei der eigentlichen Reaktionszeitaufgabe erhielt die Versuchsperson beides mal die identische Warn- bzw. Reaktionsfarbe. Es schloß sich das Tappingexperiment mit folgender Instruktion an:

Bitte drücken Sie während der folgenden 2 Minuten die rechte Shift-Taste so schnell Sie können auf und ab. Starten Sie, sobald das Wort "LOS!" auf dem Bildschirm erscheint und hören Sie bitte erst dann damit auf, wenn "STOP!" erscheint.

Anschließend wurde das Trackingexperiment gestartet. Beim Trackingexperiment erfolgte zunächst die einfachere Aufgabe mit Vorschau-Fenster, danach die schwierigere. Die Instruktion für den ersten Teil lautete:

Es folgt der 1. Teil des Trackingexperiments. Ihre Aufgabe ist es, mit einem Pfeil einer kleinen Markierung zu folgen. In der unteren Bildhälfte können Sie erkennen, in welche Richtung sich die Markierung bewegen wird.

Zum Nachführen benutzen Sie bitte die Maus, die rechts bzw. links neben Ihnen auf dem Tisch steht.

Die Instruktion für den 2. Teil war:



Nun folgt der 2. Teil des Trackingexperiments. Auch diesmal sollen Sie mit dem Pfeil einer kleinen Markierung folgen. Allerdings können Sie diesmal nicht sehen, in welche Richtung sich die Markierung bewegen wird.

Anschließend wurden die Elektroden für die Hautleitfähigkeit und der Meßfühler für das Fingerpulsvolumen angelegt und das Druckschmerzexperiment gestartet (über dieses wird in Abschnitt 5, Seite 179 ff berichtet). Dann wurde die Versuchsperson entlassen.

Zwischen allen Versuchsblöcken betrat der Versuchsleiter das Labor, um auf evtl. Fragen einzugehen und die nächste Aufgabe zu starten. Tabelle 2.17 veranschaulicht den Versuchsablauf im Überblick.

Tab. 2.17. Der Versuchsablauf des psychomotorischen Experiments im Überblick.

Versuchsblöcke	Dauer in Minuten
1. Fragebogen zur Computererfahrung	ca. 1 min
2. Ruhephase	5 min
3. SRT-Übung	ca. 25 min
4. SRT	
5. Tapping	2 min
6. Tracking 1	3 min
7. Tracking 2	3 min
8. Anlegen der Elektroden (EDA und FPV)	ca. 5 - 10 min
9. Druckschmerz	ca. 3 min
<b>Gesamt</b>	<b>ca. 45 min</b>

#### 4.1.7 Parametrisierung und Auswertung

##### Reaktionszeit

Die Reaktionszeit, d. h. die Zeit vom Erscheinen des IS bis zur Betätigung der Leertaste wurde in ms gemessen (Echtzeit). Zur weiteren Analyse wurde der Mittelwert über jeweils 45 Trials gebildet. Reaktionszeiten über 1000 ms und unter 100 ms wurden dabei nicht berücksichtigt. Zusätzlich wurde die individuelle Streuung der Reaktionszeiten über alle 90 Trials berechnet. Die Reaktionszeitdaten wurden mit einer 3-faktoriellen Varianzanalyse ausgewertet mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht und Versuchshälfte.

##### Tapping

Alle zwei Sekunden wurde die Anzahl der Tapps registriert und die Zeit zwischen je zwei Tapps in ms gemessen (Echtzeit). Für die weitere Analyse wurden die 5 Blöcke á 2 Sekunden zusammengefasst und die Zahl der Tapps ausgezählt und die durchschnittliche Zeit zwischen zwei Tapps bestimmt (siehe dazu Amelang & Breit, 1983). Zur Analyse wurde eine Varianzanalyse mit Meßwiederholung mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht und Zeit (12 Stufen) wurde angewendet.

### *Tracking*

Der Standort des Trackingsignals und des Mausursors wurden mit 30 Hz abgetastet und mit 7,5 Hz aufgezeichnet. Das Trackingexperiment wurde ausgewertet, indem die quadrierten mittleren Abweichungsquadrate (root mean squares, RMS) über jeweils 10 Sekunden bestimmt wurden. Es kam eine Varianzanalyse mit Meßwiederholung mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Aufgabe (2 Stufen) und Zeit (12 Stufen) zur Anwendung.

### *Statistische Analysen*

Für die statistischen Auswertungen wurde das Programmpaket SPSS 8.0 herangezogen. Zur statistischen Absicherung der Ergebnisse wurden Meßwiederholungsanalysen nach dem Allgemeinen Linearen Modell (Prozedur GLM) berechnet mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Bedingung und Versuchshälfte. Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurden 5 % bei zweiseitiger Testung angenommen. Für Meßwiederholungsanalysen wurde vom  $\epsilon$ -korrigierten p-Wert ausgegangen.

## 4.2 Ergebnisse zu den psychomotorischen Experimenten

### 4.2.1 Die Erfahrung im Umgang mit Computern

Augmenter und Reducer unterschieden sich nicht signifikant voneinander in der Erfahrung im Umgang mit Computern (Mann-Whitney-U = 159,0;  $p = \text{n.s.}$ ). Auch bezüglich der Erfahrung mit der Computermaus (Mann-Whitney-U = 142,0;  $p = \text{n.s.}$ ) bzw. der Erfahrung mit der Tastatur (Mann-Whitney-U = 151,5;  $p = \text{n.s.}$ ) zeigten sich keine signifikanten Persönlichkeitsunterschiede. Augmenter verbrachten durchschnittlich etwa 9 Stunden pro Woche am Computer ( $M = 9,06$ ;  $SD = 9,32$ ), Reducer etwa 11 ( $M = 10,78$ ;  $SD = 11,19$ ). Der Unterschied war jedoch nicht signifikant ( $t(34) = ,50$ ;  $p = \text{n.s.}$ ). Aufgrund dieser Ergebnisse kann eine Berücksichtigung dieser Variablen bei der weiteren Analyse von Persönlichkeitsunterschieden bei den Computeraufgaben vernachlässigt werden.

### 4.2.2 Das Reaktionszeitexperiment

Die Auswertung des Reaktionszeitexperiments erfolgte über eine Meßwiederholungsanalyse mit den unabhängigen Faktoren Persönlichkeit und Geschlecht und dem Meßwiederholungsfaktor Versuchshälfte.

Augmenter waren etwa 32,5 ms schneller als Reducer und Frauen 35,4 ms schneller als Männer. In der statistischen Analyse zeigten sich jedoch nur tendenziell signifikante Effekte für die Persönlichkeit ( $F(1, 31) = 3,04$ ;  $p < .1$ ) und für das Geschlecht ( $F(1, 31) = 3,55$ ;  $p < .1$ ). Abbildung 2.61 veranschaulicht die RT-Unterschiede in Abhängigkeit von der Persönlichkeit und der Versuchshälfte.

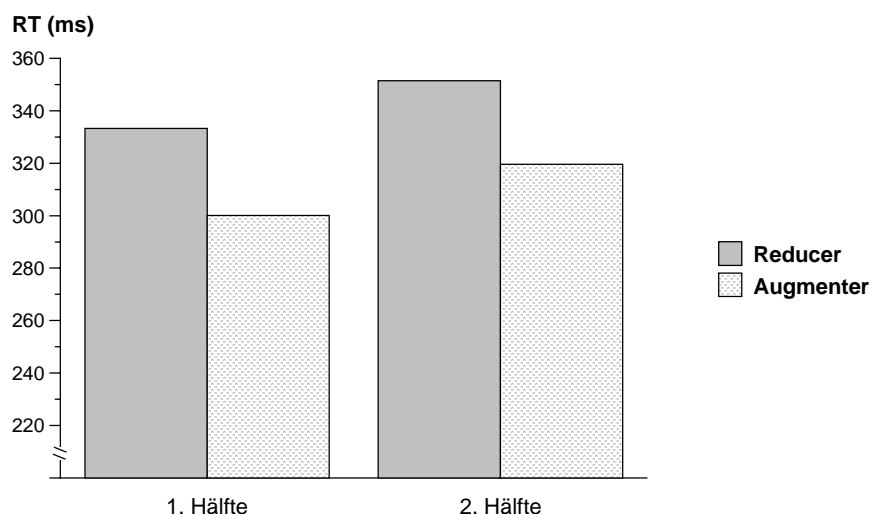


Abb. 2.61. Reaktionszeitunterschiede zwischen Augmentern und Reducern. In beiden Gruppen wurde in der zweiten Versuchshälfte langsamer reagiert als in der ersten. Weiterhin waren Augmenter etwa 32,5 ms schneller als Reducer. Dieser Unterschied war jedoch nur in der Tendenz signifikant.

Weiterhin konnte ein signifikanter Einfluß der Versuchshälfte beobachtet werden ( $F(1, 31) = 16,84$ ;  $p < .01$ ). In der ersten Versuchshälfte reagierten die Versuchsteilnehmer im Mittel nach 316,24 ms (SD = 64,57), in der zweiten Versuchshälfte nach 335,17 ms (SD = 65,31). Die Reaktionszeiten verlängerten sich also (siehe Abbildung). Hinsichtlich der Streuung der individuellen Reaktionszeiten zeigten sich keine signifikanten Effekte. Die mittlere Streuung betrug in der Gruppe der Augmenter 82,41 ms (SD = 33,45), in der Gruppe der Reducer 88,65 ms (SD = 36,69). Lediglich männliche Probanden wiesen in der Tendenz eine größere Standardabweichung auf als weibliche Probanden.

### 4.2.3 Das Tappingexperiment

Eine drei-faktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht und Sekunde (MW-Faktor) erbrachte signifikante Haupteffekte des Faktors Sekunde ( $F(11, 352) = 30,84$ ;  $p < .01$ ) und der Faktoren Persönlichkeit ( $F(1, 32) = 9,12$ ;  $p < .01$ ) und Geschlecht ( $F(1, 32) = 5,08$ ;  $p < .05$ ). Abbildung 2.62 veranschaulicht die durchschnittlich vergangene Zeit zwischen zwei Tapps in 10-Sekunden-Abschnitten in den Persönlichkeitsgruppen.

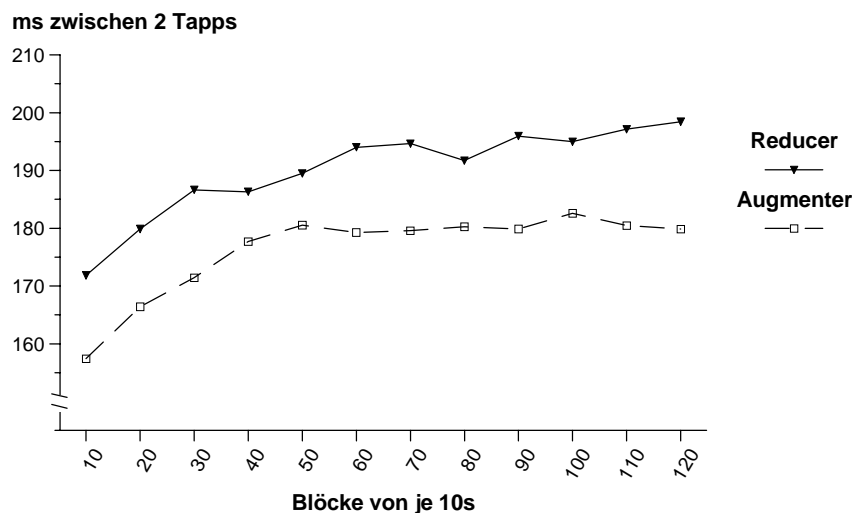


Abb. 2.62. Verlauf der durchschnittlichen Dauer zwischen zwei Tapps über zwei Minuten. Mit zunehmender Zeit wurden die Gruppen langsamer. Augmenter waren schneller als Reducer.

Wie aus der Abbildung hervorgeht, nahm mit zunehmender Dauer die Tapping-Geschwindigkeit ab. Post hoc Analysen zufolge war dies nur in der ersten Minute zu beobachten; in der zweiten Hälfte nahm die Zeit nicht mehr signifikant zu. Der Haupteffekt der Persönlichkeit bestand darin, daß über die gesamten zwei Minuten die Augmenter schneller waren als die Reducer. Die mittlere Zeit zwischen zwei Tapps betrug bei den Augmentern 176,28 ms (SD = 13,91), bei den Reducern 190,09 ms (SD = 14,73). Der Haupteffekt des Geschlechts bestand darin, daß Männer schneller waren als Frauen. Dies schien vor allem ab der 40. Sekunde zutreffen (tendenziell signifikante zweifach-Interaktion zwischen Sekunde und Geschlecht;  $F(11, 352) = 2,08$ ;  $p < .1$ ).

#### 4.2.4 Das Trackingexperiment

Die Analyse des Trackingexperimentes erbrachte einen signifikanten Haupteffekt der Aufgabe ( $F(1, 32) = 325,37; p < .01$ ) und eine signifikante zweifach-Interaktion zwischen Aufgabe und Zeit ( $F(11, 352) = 2,46; p < .05$ ). Abbildung 2.63 veranschaulicht die Fehler (root mean squares) in Abhängigkeit von der Aufgabe und der Bearbeitungsdauer.

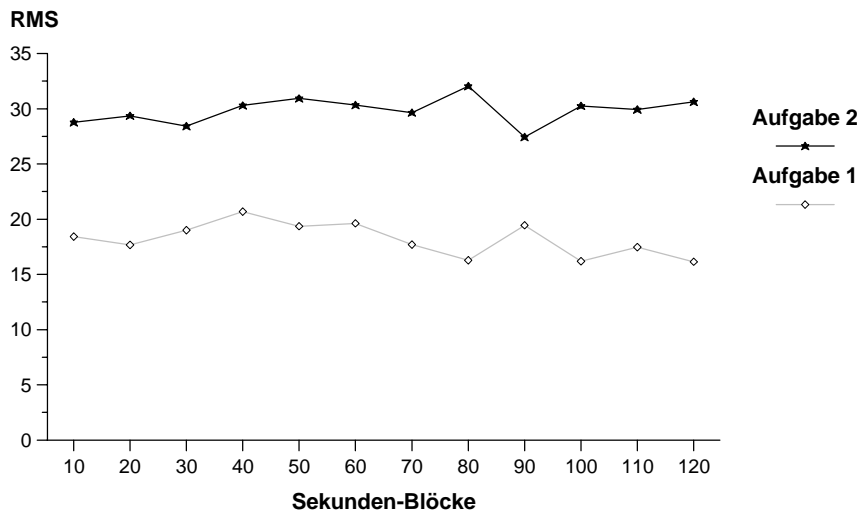


Abb. 2.63. Die Fehler (root mean square) in der Trackingaufgabe in Abhängigkeit vom Aufgabenteil und der Zeit. Bei Aufgabe 1 (mit Vorschau-Fenster) wurden weniger Fehler begangen als bei Aufgabe 2 (ohne Vorschau-Fenster).

Wie aus Abbildung 2.63 hervorgeht, bestand der Haupteffekt der Aufgabe darin, daß bei Aufgabe 1 (mit Vorschau-Fenster) deutlich weniger Fehler gemacht wurden, als bei Aufgabe 2, bei der ein Voraussehen der Cursorbewegung nicht möglich war. Die signifikante Interaktion zwischen Aufgabe und Zeit bestand darin, daß zwischen den Sekunden-Blöcken 70 und 80, 80 und 90 und zwischen 90 und 100 gegensätzliche Fehlerverläufe bei den zwei Aufgaben gefunden werden konnten. Zwischen 70 und 80 und 90 und 100 nahm in der Aufgabe 1 die Fehlerrate ab, in der Aufgabe 2 jedoch zu. Zwischen 80 und 90 hingegen war das Umgekehrte zu beobachten.

Signifikante Unterschiede zwischen den Persönlichkeits- oder Geschlechtergruppen konnte nicht beobachtet werden. Ebenso kam es zu keinen signifikanten Interaktionen mit diesen Faktoren. Der mittlere Fehler bei Aufgabe 1 in der Gruppe der Augmenter betrug 18,38 (SD = 4,51), in der Gruppe der Reducer betrug er 17,96 (SD = 4,85). Bei Aufgabe 2 begingen beide Gruppen deutlich mehr Fehler: Augmenter 29,65 (SD = 5,12), Reducer 30,04 (SD = 4,34).

#### 4.2.5 Zusammenfassung

In nachstehend aufgeführter Tabelle werden die Ergebnisse der motorischen Experimente in Bezug auf Augmenting-Reducing zusammenfassend dargestellt.

Tab. 2.18. *Vergleiche zwischen Augmentern und Reducern in Abhängigkeit von Situationen und abhängigen Variablen. Werte in Klammern weisen auf ein tendenziell signifikantes Ergebnis hin.*

Situationen	aV	Effekt
Reaktionszeitexperiment	RT	(A < R)
Tappingexperiment	ms zwischen 2 Tapps	A < R
Trackingexperiment	Fehler (RMS) Aufgabe 1	A = R
	Fehler (RMS) Aufgabe 2	A = R

In der Reaktionszeitaufgabe reagierten Augmenter nur tendenziell schneller als Reducer. Deutlich schneller hingegen waren sie im anschließenden Tappingexperiment. Im Trackingexperiment konnten jedoch weder bei der leichteren noch bei der schwereren Aufgabe signifikante Persönlichkeitsunterschiede beobachtet werden.

### 4.3 Diskussion der psychomotorischen Experimente

Experiment 3 erbrachte drei wesentliche Ergebnisse: Zunächst konnten die Reaktionszeitergebnisse der ersten beiden Experimente nur partiell bestätigt werden. Zwar waren Augmenter wiederum schneller als Reducer, dies war jedoch nur in der Tendenz signifikant. Der Unterschied zwischen beiden Gruppen betrug nurmehr etwa 32,5 ms (in Experiment 1 waren es ca. 93 ms, in Experiment 2 etwa 90 ms). Weiterhin konnte im Gegensatz zu Experiment 2b diesmal kein Übungseffekt beobachtet werden: Die Reaktionszeiten verlängerten sich sogar von der ersten zur zweiten Versuchshälfte um fast 19 ms. Insgesamt waren die Reaktionszeiten jedoch kürzer als in Experiment 1 oder 2b. Die geringer ausgeprägten Unterschiede in der Reaktionsgeschwindigkeit zwischen Augmentern und Reducern lassen vermuten, dass die Dauer des Experiments doch ein wesentlicher Moderator der Reaktionszeiteffekte sein könnte. Scheinbar unterscheiden sich die Gruppen in der Reaktionsgeschwindigkeit um so stärker, je länger der Versuch dauert. Ist die Reaktionszeitaufgabe am Anfang des Experiments positioniert, sind die Reaktionszeitunterschiede zwar in der erwarteten Richtung, werden bei zweiseitiger Testung aber nicht signifikant. Besonders deutlich werden die Reaktionszeitunterschiede dann, wenn die Aufgaben - wie die Einfach-Reaktionszeitaufgabe in Experiment 1 und 2b - am Ende des Experiments liegen (nach ca. 90 min). Hier könnte spekuliert werden, dass Augmenter evtl. eher dazu in der Lage waren, ihre Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten, wohingegen Reducer eine stärkere Abnahme solcher Aufmerksamkeitsprozesse aufweisen. Die Ergebnisse von Experiment 2b zur  $N_1$ -Komponente, die so etwas wie eine frühe Bereitstellung von Verarbeitungskapazität indiziert (siehe auch Abschnitt 3.6.4), könnten in dieser Richtung interpretiert werden. Während z. B. in der zu Beginn dargebotenen Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe in Experiment 2b keine Unterschiede in der Amplitude zwischen Augmentern und Reducern bestanden, wiesen in der am Schluß dargebotenen Reaktionszeitaufgabe Augmenter eine höhere  $N_1$ -Amplitude auf. Den Ergebnissen dieses Experiments zufolge scheinen die Vorteile in der Ressourcenallokation seitens der Augmenter also nur dann zu bestehen, wenn das Experiment über einen längeren Zeitraum ausgedehnt wird. Möglicherweise sind dann Reducer nicht mehr in der Lage, genügend Verarbeitungsressourcen zu aktivieren, um eine schnelle Reaktion auszuführen. Um dies näher zu untersuchen, müssten jedoch Studien konzipiert werden, in denen die Position einfacher Reaktionszeitaufgaben in einem längerdauernden Versuch systematisch variiert und evozierte Potentiale aufgezeichnet werden.

Im Tappingexperiment zeigten sich deutliche Persönlichkeitsunterschiede: Augmenter führten in den zwei Minuten signifikant mehr Tapps aus als Reducer. Dabei kam es in beiden Gruppen mit zunehmender Dauer zu einer Reaktionsverlangsamung. Die Ergebnisse zum Tappingexperiment bestätigen die Schlussfolgerungen aus Experiment 2b. Dort zeigte sich, dass Augmenter vor allem in der Initiierung der motorischen Reaktion den Reducern überlegen waren. Dieser Vorteil schien umso ausgeprägter zu sein, je einfacher die Aufgabe war, d. h. je

weniger Schritte zwischen dem Wahrnehmen eines Reizes und der geforderten Reaktion lagen. Ein Beispiel einer sehr einfachen Aufgabe, bei der selbst der imperative Reiz wegfällt, ist das Tapping. Hier werden lediglich motorische Reaktionen verlangt. Es scheint so, als profitierten Augmenter besonders bei diesem Aufgabentyp. Da die Tappingaufgabe unmittelbar nach der Reaktionszeitaufgabe bearbeitet wurde (die Reaktionszeitaufgabe dauerte nur ca. 15 Minuten), kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Unterschiede in der Tappinggeschwindigkeit durch Ermüdungseffekte seitens der Reducer verursacht worden sind. Dieses Ergebnis stützt vielmehr die Befunde von Doucet und Stelmack (1997), die eine exzitativere Motorik der Extravertierten gegenüber Introvertierten feststellen konnten. Eine reaktive Hemmung (d. h. unwillkürliche Ruhepausen zwischen den Tapps mit zunehmender Versuchsdauer), wie sie etwa die Theorie Eysencks für Extravertierte postuliert (z. B. Amelang & Breit, 1983; Eysenck, 1967), zeigte sich bei den Augmentern nicht. Beide Gruppen wurden zwar bis zur ersten Minute langsamer, jedoch waren keine unterschiedlichen Verläufe über die Zeit zwischen den Gruppen zu beobachten; am Anfang wie am Ende waren die Augmenter schneller. Dementsprechend kann nicht davon ausgegangen werden, dass Augmenter mehr inhibitorische Potentiale aufbauten als Reducer. Eher das Gegenteil wäre der Fall: Ein Vergleich der hier gefundenen Leistungsunterschiede mit den Ergebnissen von Amelang und Breit (1983) zeigt zwar, dass Augmenter und Reducer in dieser Untersuchung ähnlich unterschiedliche Tappinggeschwindigkeiten aufwiesen wie die niedrig- und hoch-Impulsiven in der Studie von Amelang und Breit (ebd.), aber eben entgegen der Erwartung. Die hier untersuchten Augmenter verhielten sich ähnlich wie die niedrig-Impulsiven bei Amelang und Breit und die Reducer waren in ihrer Leistung wiederum ähnlich wie die hoch-Impulsiven. Hier sollten weitere Untersuchungen konzipiert werden, die beide Persönlichkeitsdimensionen miteinander vergleichen; bisher sollten die hier berichteten Befunde jedoch eher im Sinne einer divergenten Validität zur Extraversion bzw. Impulsivität interpretiert werden.

Im Trackingexperiment ließen sich keine Gruppenunterschiede beobachten. Augmenter und Reducer wiesen unter der leichten und der schwierigen Bedingung ähnliche Fehlerraten auf. In der Bedingung ohne Vorschau-Fenster waren die Fehlerraten höher als in der Bedingung mit Vorschau-Fenster. Die Hypothese einer generell „exzitativere“ Motorik bei den Augmentern kann also nicht aufrechterhalten werden. Bei genauerer Betrachtung der Aufgabe ist dies auch plausibel: Im Trackingexperiment kam es nicht auf die Geschwindigkeit der Bewegungsausführung an, sondern auf die Genauigkeit. Unter solchen Bedingungen unterscheiden sich Augmenter und Reducer scheinbar nicht. Dies steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen zur Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe in Experiment 2b. Auch dort kam es eher auf eine genaue Reaktion an (linke Hand vs. rechte Hand). Dickman und Meyer (1988) konnten zeigen, dass hoch impulsive Probanden in Reaktionszeitaufgaben nur dann profitieren, wenn die Geschwindigkeit der Reaktion gefordert wird. Soll jedoch möglichst genau reagiert werden, sind den Autoren zufolge sogar niedrig impulsive Probanden im Vorteil. Dies konnte in der Trackingaufgabe jedoch nicht beobachtet werden: In diesem Experiment zeigten sich



keine Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern, was wiederum dafür spricht, dass Augmenting-Reducing und Impulsivität zwar einige Berührungspunkte aufweisen, aber nicht unmittelbar ineinander überführbar sind.

Zusammenfassend können die Befunde im Sinne einer schnelleren Reaktionsorganisation seitens der Augmenter bei sehr einfachen Aufgaben interpretiert werden. Um Unterschiede in einer Einfach-Reaktionszeitaufgabe beobachten zu können, reicht scheinbar jedoch die schnellere Muskelinnervation der Augmenter nicht unbedingt aus. Wahrscheinlich bedarf es darüberhinaus einer effizienteren Bereitstellung früherer Verarbeitungsressourcen (siehe auch die Ergebnisse zur  $N_1$ -Komponente in Experiment 2b), was in dieser Untersuchung jedoch nicht näher untersucht werden konnte, da keine evozierten Potentiale abgeleitet wurden. Bei feinmotorischen Aufgaben, die eine genaue Ausführung verlangen, scheinen jedoch keine Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern zu bestehen. Die Ergebnisse legen nahe, dass sich Augmenter wahrscheinlich einer flexibleren Strategie bei aktiver Aufgabenbearbeitung bedienen: Dort, wo es auf schnelles Reagieren ankommt sind sie schnell, wenn genaueres Arbeiten verlangt wird, können sie ihre Strategie umstellen und weniger schnell, dafür aber sorgsamer arbeiten.

## 5. Experiment 4: Untersuchungen zur Schmerzempfindung und -toleranz

### 5.1 Einführung

Das Konzept Augmenting-Reducing hat seine Wurzeln in der Schmerzforschung. Petrie (1967) führt verschiedene Experimente (mit Wärmereizungen) und Fallstudien an, die eindrucksvoll zeigen, dass Augmenter (Petries Reducer) schmerztoleranter sind als Reducer (Petries Augmenter). Besonders eindrucksvoll sind die Fallberichte zweier Patienten, die Petrie an einer Klinik untersuchte. Einer von ihnen war an einem Magenzulcus erkrankt, empfand jedoch keinerlei Schmerzen. Es stellte sich heraus, dass er ein Augmenter (Petries Reducer nach dem KFA-Test) war. Ein anderer, der an schweren Phantomschmerzen litt und mehrmals täglich nach Morphium verlangte, war ein extremer Reducer (Petries Augmenter nach dem KFA-Test). In ihrem Buch betont Petrie besonders die Unterscheidung zwischen der Schmerzschwelle (dem Zeitpunkt, an dem die Person einen ersten, meist stechenden Schmerz wahrnimmt) und der Schmerztoleranz (die von der Person ertragene Dauer der Schmerzeinwirkung). Demnach soll nur die Schmerztoleranz deutliche Zusammenhänge mit Augmenting-Reducing aufweisen: „The total time a subject can endure the stream of sensory bombardment may be a factor more important in tolerance for pain than is the pain threshold (...) What is suggested here is that the extend of augmentation or reduction is an indication of tolerance of pain.“ (Petrie, 1967; p. 26). Auch die RAS soll deutliche Zusammenhänge zur Schmerztoleranz aufweisen. So berichtet Vando (1974) von einer Korrelation zwischen der RAS und Schmerztoleranz von  $r = .84$ . Andere Variablen, wie z. B. Extraversion, Neurotizismus, Hypochondrie, Zigarettenkonsum oder Schlafdauer pro Nacht trugen in einer Regressionsanalyse nicht wesentlich zur Verbesserung der Vorhersage der Schmerztoleranz bei. Weiterhin berichtet Barnes (1985) von einer Studie von Janisse und Dumoff, in der sich eine signifikante negative Korrelation ( $r = -.38$ ;  $n = 48$ ) zwischen der RAS und der Schmerzeinschätzung in einem Cold-Pressor-Test zeigte. Auch Kohn (1991) fand einen Zusammenhang in der erwarteten Richtung. Mittels einer Druckschmerzanordnung (2300 gr auf das mittlere Fingerglied des Zeigefingers) konnte er eine signifikante Korrelation von  $r = .45$  ( $n = 45$ ) zwischen der RAS und der freiwilligen Reizungsdauer beobachten. Ebenso konnte eine signifikante negative Korrelation zwischen der Schmerzeinschätzung nach 30 Sekunden und der RAS ( $r = -.32$ ) gefunden werden, d. h. Augmenter (Petries Reducer) empfanden den Reiz nach einer halben Minute als weniger schmerzhaft verglichen mit Reducern (Petries Augmenter). Diese Zusammenhänge waren jedoch nur dann zu beobachten, wenn den Probanden eine Instruktion gegeben wurde, die ihnen nahelegte nur bis zu einem Punkt zu reizen, an dem sie Gefahr liefen, zusammenzuzucken. Bei einer herkömmlichen Instruktion, die darauf abzielte, so lange als möglich zu reizen, zeigten sich keine Persönlichkeitsunterschiede. Mahoney et al. (1980) konnten nur einen schwachen Zusammenhang beobachten ( $r = .26$ ;  $p < .06$ ) zwischen der RAS und der Schmerztoleranz (ermittelt über einen Eiswassertest). Ihre 82 weiblichen Probanden sollten die nicht-dominante Hand für maximal 4 Minuten bis zum Handgelenk in

Eiswasser tauchen und währenddessen ihre Schmerzen und die im Eiswasser verbrachte Zeit einschätzen. Neben der mäßigen Korrelation zur Schmerztoleranz zeigte sich auch ein moderater positiver Zusammenhang mit der unterschätzten Reizungszeit ( $r = .23$ ;  $p < .02$ ) sowie moderate negative Korrelationen mit dem eingeschätzten Schmerzempfinden ( $r = -.21$ ;  $p < .03$ ). Augmenter (Petries Reducer) waren also etwas schmerztoleranter, unterschätzten die Zeit im Eiswasser und gaben etwas weniger Schmerzen an als Reducer. Diese Unterschiede waren allerdings äußerst gering und nur aufgrund der großen Stichprobe signifikant. Zu bemängeln ist an dieser Studie, dass das Schmerzempfinden erst nach der Reizung eingeschätzt wurde, was zu Verzerrungen führen konnte.

Insgesamt gesehen sprechen die hier angeführten Befunde für einen Zusammenhang zwischen der RAS und Schmerztoleranz (auch wenn die ungewöhnlich hohe Korrelation von Vando nicht repliziert werden konnte) und stehen in Übereinstimmung mit der theoretischen Herleitung des Augmenting-Reducing-Konstrukts von Vando (1974): „If a person is high on pain tolerance because he reduces (cortically) incoming stimulation across all modalities in terms of how he perceives it, and if the organism requires a certain level of perceived stimulation for homeostasis, then we would expect him to be relatively stimulus hungry. Conversely, if those low on pain tolerance are characterized by augmenting incoming stimulation, then we would expect them to be relatively bombarded by average levels of stimulation. It would follow that the Reducer (*hier als Augmenter bezeichnet, Anm. d. Verf.*) would tend to seek out high levels of stimulation and to avoid low ones while the Augmenter (*hier als Reducer bezeichnet, Anm. d. Verf.*) would seek out situations of low stimulation intensity and avoid high ones.“ (p. 28).

Auch die Ergebnisse der hier vorgestellten Experimente 1 und 2a legen nahe, dass die hier untersuchten Augmenter schmerztoleranter sein sollten als die Reducer: Sie wiesen eine geringere psychophysiologische und subjektive Reaktivität auf (Experiment 1) und wählten darüberhinaus auch freiwillig eine stärkere Stimulation, wie dies im Radiotest zu beobachten war (Experiment 2a). Außerdem führen Petrie (1967) und Barnes (1976) an, dass Augmenter (Petries Reducer) aufgrund ihrer erhöhten schmerztoleranz ein weniger gesundheitsfürsorgliches Verhalten zeigen sollten als Reducer. Auch dies konnte in den Experimenten - zumindest teilweise - bestätigt werden. So nahmen Augmenter vermehrt psychoaktive Substanzen ein.

Zwei Experimente wurden konzipiert, um Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern in der Schmerztoleranz zu testen. Mit einem *Wärmetoleranztest* sollten Schwelle und Toleranz von Augmentern und Reducern gegenüber einem thermischen Reiz bestimmt werden. Die Probanden sollten sich einen Wärmereiz so lange applizieren, bis Schmerzen auftraten. Dabei wurden die Schmerzschwelle, die Schmerztoleranz und die Gesamtdauer der Wärmeapplikation untersucht. Der Wärmetoleranztest wurde in Zusammenhang mit Experiment 2b durchgeführt (Abschnitt 3.3), wird hier jedoch gesondert dargestellt. Weiterhin kam ein sogenanntes *Druckschmerzexperiment* zur Anwendung. Dabei wurden den Probanden, ähnlich dem Vorgehen von Kohn (1991), zwei Druckreize auf die Finger verabreicht. Während einer

1-minütigen Reizungsdauer sollte das Schmerzempfinden eingeschätzt werden. Dieses Experiment fand im Rahmen der psychomotorischen Experimente statt (Experiment 3, Abschnitt 4), soll hier jedoch ebenfalls separat dargestellt werden.

## 5.2 Methode Wärmetoleranztest

### 5.2.1 Stichprobe

Am Wärmetoleranztest nahmen insgesamt 58 Personen teil. Davon waren 31 Augmenter (16 männlich, 15 weiblich) und 27 Reducer (13 männlich, 14 weiblich). Als Augmenter wurden Probanden klassifiziert, wenn ihr RAS-Summerscore mindestens 30 betrug, als Reducer wurden Probanden klassifiziert, wenn ihr Score kleiner oder gleich 23 war. Der mittlere RAS-Score der Augmenter betrug 36,94, der der Reducer betrug 16,19. Das mittlere Alter der Augmenter betrug 27,16 Jahre (SD = 5,42), das der Reducer 28,48 Jahre (SD = 3,63).

Tab. 2.19. Mittleres Alter in den Versuchsgruppen.

	Augmenter	Reducer
männlich	27,75 (SD = 5,11)	26,46 (SD = 2,11)
weiblich	26,53 (SD = 5,84)	30,36 (SD = 3,79)

Eine Varianzanalyse mit den unabhängigen Faktoren Persönlichkeit und Geschlecht erbrachte eine signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ( $F(1, 54) = 4,59$ ;  $p < .05$ ). Post hoc Tests erbrachten hier, dass weibliche Reducer signifikant älter waren als weibliche Augmenter und männliche Reducer. Haupteffekte der Persönlichkeit oder des Geschlechts konnten nicht beobachtet werden.

### 5.2.2 Versuchsplan

Dem Wärmetoleranztest lag ein 3-faktorieller Versuchsplan zugrunde mit den Faktoren Persönlichkeit und Geschlecht und dem Meßwiederholungsfaktor Versuchsbedingung (Ruhe vs. Wärmereizung).

### 5.2.3 Abhängige Variablen

#### *Verhaltensdaten*

Das Auftreten unangenehmer Empfindungen sollten die Probanden anhand einer Handbewegung anzeigen. Die Registrierung dieser Bewegung erfolgte mittels zweier EMG-Elektroden am linken Unterarm. Errechnet wurde die Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der EMG-Reaktionen. Sobald der Reiz als schmerzhaft empfunden wurde, sollte der Arm von der Platte genommen werden. Auf diese Weise konnte zum einen die Zeit von Beginn der Reizung bis zum Auftreten unangenehmer Empfindungen bestimmt werden (im folgenden als Schwelle bezeichnet), zum anderen die Zeit vom Auftreten unangenehmer Empfindungen bis zum Wegziehen des Armes von der Platte (als Maß der Toleranz). Schließlich konnte auch die

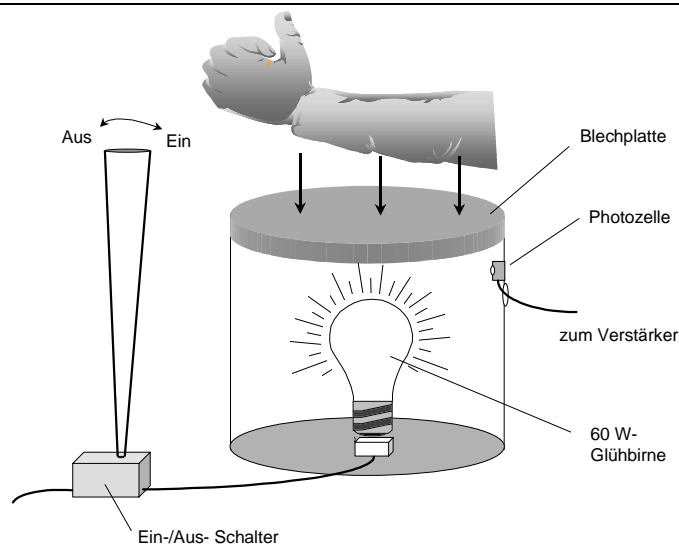
Gesamtdauer der Wärmeapplikation berechnet werden. Das EMG wurde für maximal 200 Sekunden aufgezeichnet.

### *Physiologische Variablen*

Die elektrodermale Aktivität (EDA) und die Herzrate (EKG) wurden für maximal 200 Sekunden aufgezeichnet. Die Signale wurden individuell ausgewertet, indem nur die Meßstrecke berücksichtigt wurde, die der tatsächlichen Reizungszeit entsprach. Bestimmt wurden sowohl die Anzahl elektrodermaler Spontanfluktuationen als auch die Summenamplituden in der Ruhephase (relativiert auf 40 Sekunden) und in den ersten 40 Sekunden der Reizung sowie die durchschnittliche Herzrate, die Herzratenvariabilität und das MQSD während der Ruhephase und der gesamten Reizapplikation.

### **5.2.4 Material und Geräte**

Die Apparatur des Wärmetoleranz-Tests war eine Eigenentwicklung der BUGH Wuppertal (Dipl.-Ing. S. Getzmann & Dipl.-Psych. Ralf Schäfer). Sie bestand aus einem zylindrischen Gefäß, in das eine 60W-Glühbirne implementiert wurde. Eine Blechplatte schloß das Gefäß nach oben hin ab und diente als Auflagefläche für den rechten Unterarm. Der Wärmereiz konnte mittels eines Kippschalters appliziert werden. Abbildung 2.64 verdeutlicht die Versuchsanordnung.



*Abb. 2.64. Schematische Darstellung der Wärmetoleranz-Apparatur. Die Versuchsperson sollte den rechten (unbekleideten) Arm auf die Blechplatte legen und den Versuch starten.*

Über eine Photozelle wurde das Lichtsignal der Glühbirne zum Polygraphen geleitet und dort als Rechtecksignal ausgegeben. Somit wurde gewährleistet, daß die gesamte Reizzeit berechnet werden konnte.

### 5.2.5 Versuchsablauf

Nach der Ankunft der Versuchsperson im Labor wurden die Elektroden angelegt. Das Experiment begann mit einer fünfminütigen Ruhephase. Den Probanden wurde eine ausführliche Instruktion in schriftlicher Form vorgelegt (siehe Anhang).

Die Aufgabe der Versuchsperson war es, ihren rechten unbekleideten Unterarm auf eine markierte Fläche der Blechplatte zu legen (siehe Abb. 2.64). Nach einer kurzen Pause (ca. 20 Sekunden), die eine Adaptation der Plattentemperatur an die Haut erlaubte, begann der Versuch. Mit Hilfe eines Kippschalters sollten die Versuchsteilnehmer die Glühbirne anschalten, was zu einer langsamen Erwärmung der Blechplatte führte. Beim ersten Auftreten unangenehmer Empfindungen sollte mit der linken Hand ein Zeichen gegeben werden. Wenn nach weiterer Reizung der Wärmereiz als schmerzhaft empfunden wurde, sollte der Schalter losgelassen und der Arm von der Platte genommen werden.

### 5.2.6 Parametrisierung und Auswertung

Das Rechtecksignal der Photozelle, das die Reizungszeit indizierte, wurde mit 20 Hz abgetastet, gespeichert und off-line analysiert.

Die elektrodermale Aktivität wurde thenar und hypothenar von der linken Hand mit 20 Hz abgeleitet und offline analysiert. Errechnet wurde die Anzahl nichtspezifischer Hautleitwertfluktuationen in der Ruhephase und den ersten 40 Sekunden der Reizung.

Das EKG wurde am rechten oberen Schlüsselbein und unteren linken Rippenbogen mit 250 Hz abgetastet und gespeichert. In der Ruhe- und Wärmereizungsphase wurden die durchschnittliche Herzfrequenz in BPM ermittelt sowie die Herzratenvariabilität und das MQSD.

## 5.3 Methode Druckschmerzexperiment

### 5.3.1 Stichprobe

Versuchspersonen waren 18 Augmenter (9 männlich, 9 weiblich) und 18 Reducer (9 männlich, 9 weiblich), eingeteilt nach der RAS. Als Augmenter wurden Probanden mit einem RAS-Summenscore  $\geq 30$  ausgewählt, als Reducer Probanden mit einem Score  $\leq 19$ . Die Augmenter wiesen einen durchschnittlichen RAS-Score von 34,56 auf, die Reducer von 17,22. Das Durchschnittsalter lag in der Gruppe der Augmenter bei 27,89 Jahren (SD = 3,82; Range: 21 - 34), in der Gruppe der Reducer bei 27,33 Jahren (SD = 3,31; Range: 19 - 33).

Tab. 2.20. Mittleres Alter in den Versuchsgruppen.

	Augmenter	Reducer
männlich	28,33 (SD = 3,39)	26,33 (SD = 3,39)
weiblich	27,44 (SD = 4,36)	28,33 (SD = 3,08)

In einer Varianzanalyse konnten keine signifikanten Interaktionen beobachtet werden.

Bei drei Personen kam es bei der Aufzeichnung der subjektiven Daten zu Datenverlusten. Darunter befanden sich ein weiblicher Augmenter, ein weiblicher Reducer und ein männlicher Reducer. Bei der Aufzeichnung des Fingerpulsvolumens schieden aufgrund technischer Probleme ein weiblicher Augmenter und ein weiblicher Reducer aus den Analysen aus.

### 5.3.2 Versuchsdesign

Dem Druckschmerzexperiment lag ein 4-faktorieller Versuchsplan zugrunde. Die Faktoren waren Persönlichkeit, Geschlecht, Reizgewicht (leicht vs. schwer) und Zeit (60 Sekunden). Zur Induktion von Schmerz wurde ein Druckschmerzgerät (Leihgabe der Universität Würzburg, Prof. Dr. Janke<sup>3</sup>) verwendet (siehe Abbildung 2.65). Es bestand aus einem Hebearm, an dem ein Stift mit 3 mm Durchmesser befestigt war. Mit Hilfe einer Einstellschraube konnten unterschiedliche Gewichte eingestellt werden, die dann auf den Stift gelagert wurden. Der resultierende Druck wurde auf das zweite Fingerglied des Zeige- oder Mittelfingers weitergegeben. Damit die Probanden nicht sehen konnten, welches Gewicht eingestellt wurde, wurde am Gerät ein Sichtschutz befestigt.

<sup>3</sup> An dieser Stelle sei Herrn Prof. Dr. Janke und Herrn Dr. Weyers für die Bereitstellung des Gerätes gedankt.



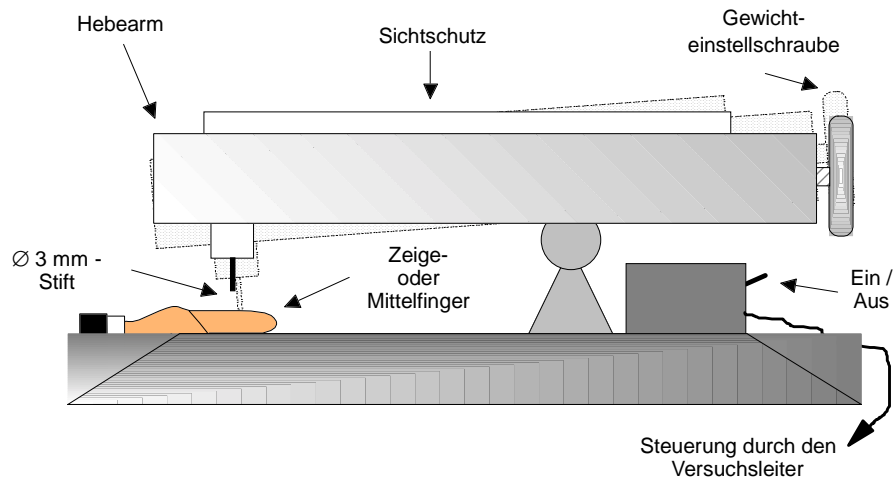


Abb. 2.65. Schematische Darstellung des Druckschmerzgerätes und dessen Funktionsweise. Das Gerät wurde vom Versuchsleiter eingestellt und vom Vorraum aus gestartet. Der Stift senkte sich auf das zweite Fingerglied und verblieb dort für eine Minute.

Für dieses Experiment wurde ein leichtes (300 gr) und ein schweres (500 gr) Gewicht ausgewählt. Das leichte Gewicht ergab im Zusammenhang mit dem 3mm-Stift einen Druck von 414,25 Kpa, das große Gewicht ergab 690,42 Kpa. Als Druckpunkte dienten das zweite Fingerglied des Zeigefingers (300 gr) und des Mittelfingers (500 gr).

### 5.3.3 Abhängige Variablen

#### *Psychophysiologische Variablen*

Die Hautleitfähigkeit (EDA) wurde thenar und hypothenar von der rechten Hand abgeleitet, das Fingerpulsvolumen (FPV) vom kleinen Finger der linken Hand. Beide Signale wurden fünf Sekunden vor dem Aufsetzen des Stifts auf das Fingerglied und eine Minute während des Aufliegens aufgezeichnet und später off-line analysiert.

#### *Subjektive Daten*

Die Einschätzung der Probanden bzgl. der Wahrnehmung eines Schmerzreizes wurde anhand eines stufenlosen Schiebeschalters (gar kein Schmerz - extremer Schmerz) erfaßt, den die Probanden mit der rechten Hand bedienen.

### 5.3.4 Versuchsablauf

Damit die Versuchspersonen mit dem Druckschmerzgerät vertraut wurden, demonstrierte der Versuchsleiter das Gerät an sich selbst. Dann wurde der Proband gebeten, den Zeigefinger seiner linken Hand unter den Hebearm zu legen. Der Versuchsleiter verließ das Labor und startete das Experiment mit dem leichteren Gewicht zuerst vom Vorraum aus. Während der Stift auf dem Finger ruhte, sollten die Probanden mit ihrer rechten Hand kontinuierlich ihr

Schmerzempfinden auf einer Skala von „gar kein Schmerz“ bis „extremer Schmerz“ anhand eines stufenlosen Schiebeschalters einschätzen. Nach einer Minute (erfasst mittels einer Stopuhr) wurde der Hebearm wieder hochgefahren, der Versuchsleiter betrat das Labor und stellte das größere Gewicht ein. Danach verließ er abermals das Labor und startete das Gerät zum zweiten mal. Nachdem auch diese Reizdarbietung und Schmerzeinschätzung beendet war, wurde die Versuchsperson verabschiedet.

### 5.3.5 Parametrisierung und Auswertung

Die Hautleitfähigkeit wurde mit 20 Hz abgetastet und ab Beginn der Reizdarbietung jeweils eine Minute lang aufgezeichnet. Alle zehn Sekunden wurden die NSSCRs und die daraus resultierende Summenamplitude bestimmt ( $\approx 6$  Abschnitte pro Gewicht). Der Auswertung lag eine vier-faktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholung zugrunde mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Gewicht (2 Stufen) und Zeitpunkt (6 Stufen).

Das Fingerpulsvolumen wurde mit 100 Hz abgetastet und fünf Sekunden vor dem Reiz, als auch eine Minute nach dem Reiz aufgezeichnet. In zehn-Sekunden-Abschnitten ( $\approx 6$  Abschnitte pro Gewicht) wurde die minimale Amplitude bestimmt und ins Verhältnis zur Prästimulus-Baseline gesetzt. Die FPV-Daten wurden mit einer vier-faktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung mit den Faktoren Persönlichkeit, Geschlecht, Gewicht (je 2 Stufen) und Zeitpunkt (6 Stufen) analysiert.

Der Schiebeschalter zur Erfassung des Schmerzempfindens wurde mit 20 Hz abgetastet und auf einem Computer gespeichert. Dabei lag der Bereich zur Einschätzung zwischen 0 (gar kein Schmerz) und 250 (extremer Schmerz). Alle zehn Sekunden wurde der Mittelwert über jeweils eine Sekunde berechnet. Der Auswertung lag eine vier-faktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholung zugrunde (Persönlichkeit, Geschlecht, Gewicht (je 2 Stufen) und Zeitpunkt (6 Stufen)).

#### *Statistische Auswertung*

Die Analyse der Schmerzexperimente erfolgte über die Prozedur GLM des SPSS-Programmpakets 8.0. Im Falle von Meßwiederholungsanalysen wurde der  $\epsilon$ -korrigierte p-Wert herangezogen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde auf 5% bei zweiseitiger Testung festgelegt.

## 5.4 Ergebnisse zum Wärmetoleranztest

### 5.4.1 Verhaltensdaten

Im Wärmetoleranztest wurden die Parameter „Gesamtdauer der Wärmeapplikation“, „Schmerzschwelle“ und „Schmerztoleranz“ analysiert. Abbildung 2.66 zeigt die Unterschiede in diesen Variablen zwischen Augmentern und Reducern.

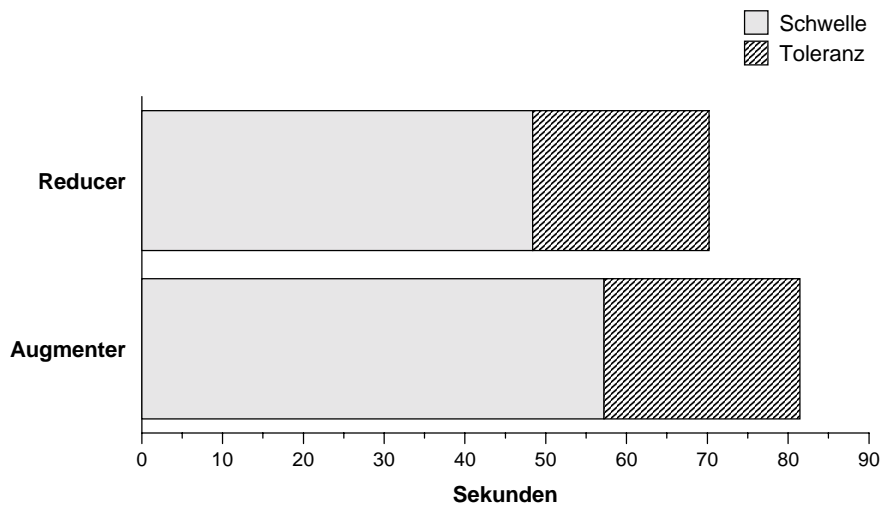


Abb. 2.66. Augmenter applizierten sich den Wärmereiz signifikant länger als Reducer. Ebenso empfanden sie unangenehme Empfindungen („Schwelle“) später als Reducer.

Augmenter führten sich den Wärmereiz im Mittel 81,46 Sekunden zu ( $SD = 23,60$ ), Reducer 70,22 s ( $SD = 12,27$ ). Der Unterschied von 11,24 Sekunden war signifikant ( $F(1, 54) = 5,53$ ;  $p < .05$ ). Die mittlere Temperatur der Blechplatte erreichte bei den Augmentern  $42,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , bei den Reducern  $39,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Eine signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und Persönlichkeit ( $F(1, 54) = 4,01$ ;  $p = .05$ ) schränkte diesen Haupteffekt jedoch ein. Nur die männlichen Augmenter unterschieden sich signifikant von allen anderen Probanden dahingehend, dass sie den Wärmereiz mit 92,61 s ( $SD = 28,14$ ) deutlich länger aushielten (siehe Abbildung 2.67).

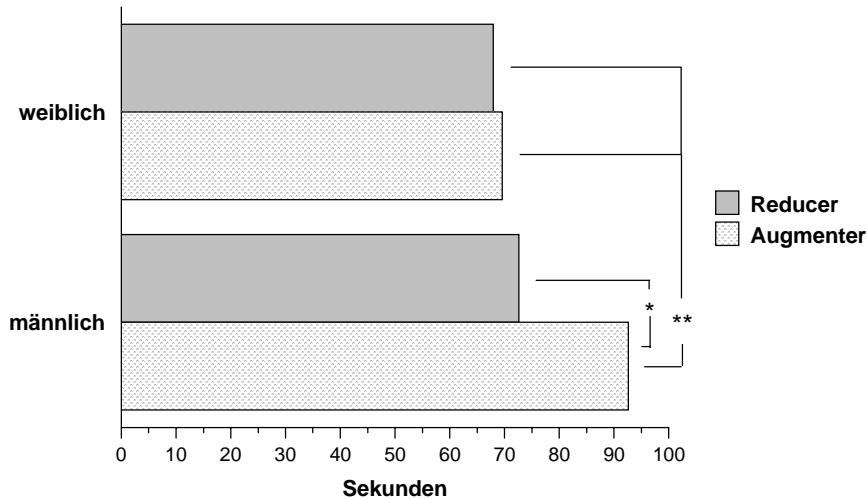


Abb. 2.67. Dargestellt ist die durchgehaltene Dauer im Wärmetoleranztest für männliche und weibliche Augmenter bzw. Reducer. Männliche Augmenter führten sich den Reiz länger zu als alle anderen Probanden.

Weiterhin konnte ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts ermittelt werden ( $F(1, 54) = 9,14$ ;  $p < .01$ ). Männliche Probanden applizierten sich den Reiz fast 15 Sekunden länger als weibliche Probanden. Da sich in den Zellen unterschiedliche Altersmittelwerte befanden (siehe Tabelle 2.20), wurde eine Pearson-Korrelation zwischen Alter und der Gesamtreizungsdauer berechnet, um den Einfluss des Alters auf die hier gefundenen Ergebnisse abzuschätzen. Diese war mit  $r = -.13$  jedoch nicht signifikant, so dass davon ausgegangen werden kann, dass das etwas höhere Alter der weiblichen Reducer die Ergebnisse nicht wesentlich beeinflusst hat.

Die Analyse der Schwelle, ab der der Reiz als unangenehm empfunden wurde, erbrachte einen signifikanten Haupteffekt der Persönlichkeit ( $F(1, 54) = 5,41$ ;  $p < .05$ ). Augmenter erreichten unangenehme Empfindungen nach 57,23 s ( $SD = 16,95$ ), Reducer nach durchschnittlich 48,36 s ( $SD = 10,52$ ). Auch hier wurde wiederum eine Korrelation mit dem Alter gerechnet. Der Zusammenhang war mit  $r = -.26$  signifikant. Um den Einfluss des Alters auf die abhängige Variable „Schwelle“ zu korrigieren, wurde eine Varianzanalyse mit der Kovariable „Alter“ gerechnet. Diese erbrachte einen tendenziell signifikantem Haupteffekt des Alters ( $F(1, 53) = 3,45$ ;  $p < .1$ ). Der Haupteffekt der Persönlichkeit war jedoch nachwievor signifikant ( $F(1, 53) = 4,36$ ;  $p < .05$ ).

Hinsichtlich der Toleranz konnte ein Haupteffekt des Geschlechts ausgemacht werden ( $F(1, 54) = 4,89$ ;  $p < .05$ ). Männliche Probanden wiesen eine erhöhte Toleranz verglichen mit weiblichen Probanden auf. Dieser Effekt wurde jedoch eingeschränkt durch eine signifikante Interaktion zwischen Persönlichkeit und Geschlecht ( $F(1, 54) = 4,23$ ;  $p < .05$ ). Männliche Augmenter wiesen signifikant längere Zeiten auf als weibliche Augmenter und weibliche Augmenter wiederum wiesen signifikant kürzere Zeiten auf als weibliche Reducer. Die Kor-

relation zwischen der Toleranz und dem Alter der Probanden betrug  $r = .10$  und war nicht signifikant.

#### 5.4.2 Autonome Reaktivität während der Wärmestimulation

Die autonome Reaktivität während der Wärmereizung wurde analysiert, indem die jeweiligen Reaktivitätswerte in Bezug zur Ruhephase gesetzt wurden. Dabei wurden für die Analyse der Hautleitfähigkeit die Spontanfluktuationen und die Summenamplitude in der Ruhephase auf 40 Sekunden relativiert.

Abbildung 2.68 zeigt die Veränderungen in der Hautleitfähigkeit (NSSCRs) und der Herzfrequenz von der Ruhephase zur Wärmereizung.

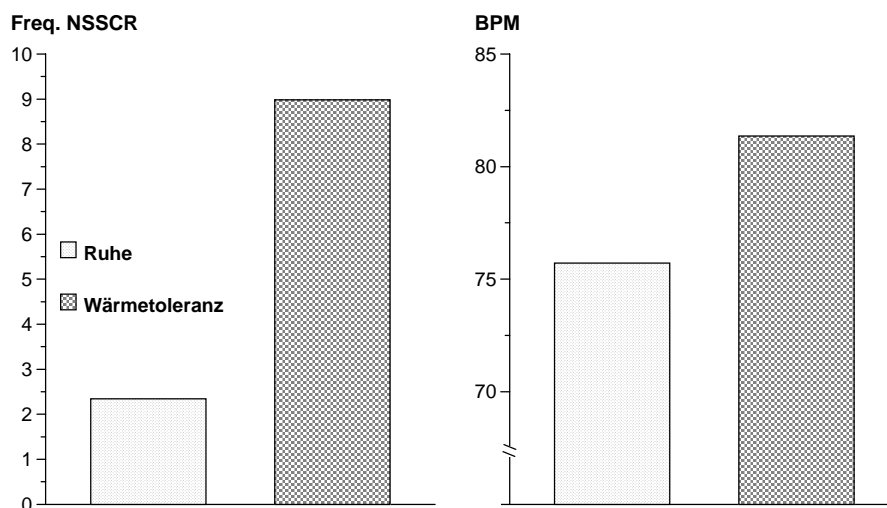


Abb. 2.68. Effekte der Wärmereizung auf die autonomen Variablen.

#### EDA

Um die Vergleichbarkeit der Meßstrecken gewährleisten zu können, wurde nur die elektrodermale Aktivität während der ersten 40 Sekunden der Wärmereizung ausgewertet. Wie in Abbildung 2.68 dargestellt, erbrachte eine Meßwiederholungsanalyse einen deutlichen Anstieg elektrodermalen Spontanfluktuationen von der Ruhephase zur Wärmereizung ( $F(1, 54) = 313,83$ ;  $p < .01$ ). Weitere signifikante Haupteffekte oder Interaktionen bestanden nicht. Augmenter zeigten in der Ruhephase im Mittel 2,33 (SD = 2,42) Spontanfluktuationen und Reducer 2,35 (SD = 2,36). Die Wärmereizung führte bei den Augmentern zu einer Erhöhung der NSSCRs auf im Mittel 8,68 (SD = 2,90), bei den Reducern auf 9,33 (SD = 3,45).

Bezüglich der Summenamplitude erbrachte eine Meßwiederholungsanalyse keine anderen Ergebnisse: Auch hier indizierte ein Haupteffekt der Versuchsphase ( $F(1, 54) = 68,52$ ;  $p < .01$ ) einen deutlichen Anstieg der Summenamplitude von der Ruhephase ( $M = 0,70 \mu S$ ;  $SD = 1,31$ ) zur Reizungsphase ( $M = 4,14 \mu S$ ;  $SD = 3,23$ ). Weitere Haupteffekte oder Interaktionen bestanden nicht.

### Herzrate

Die Herzrate stieg von der Ruhephase ( $M = 75,72$  BPM;  $SD = 10,34$ ) zur Wärmereizung ( $M = 81,36$  BPM;  $SD = 13,85$ ) im Mittel um 5,6 Schläge pro Minute an. Dieser Unterschied war signifikant ( $F(1, 54) = 20,11$ ;  $p < .01$ ). Weiterhin konnte eine signifikante dreifach-Interaktion zwischen Bedingung, Persönlichkeit und Geschlecht festgestellt werden ( $F(1, 54) = 5,42$ ;  $p < .05$ ). Post hoc Analysen ergaben hier, dass alle Probanden bis auf die männlichen Reducer einen signifikanten Anstieg in der Herzrate von der Ruhephase zur Wärmereizung aufwiesen. Männliche Reducer zeigten keine Veränderung (siehe Abbildung 2.69).

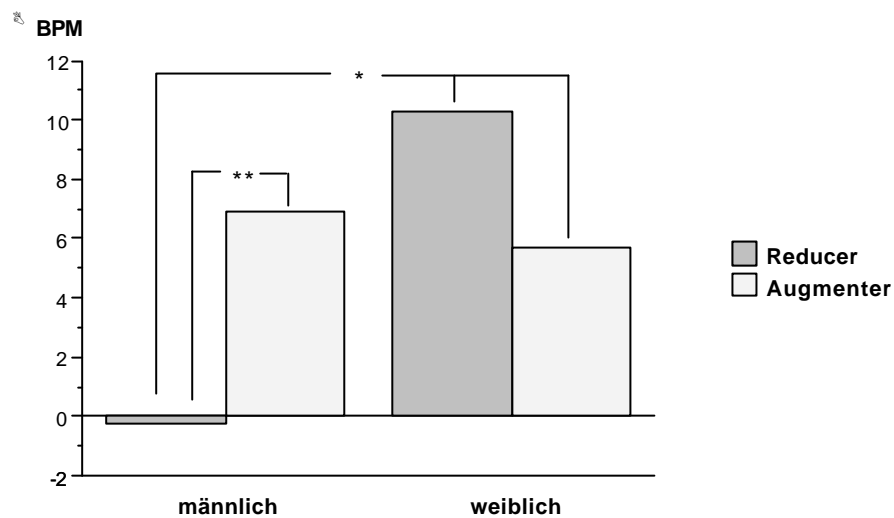


Abb. 2.69. Herzfrequenzänderungen von der Ruhephase zur Wärmereizungsphase (Differenzwerte) getrennt für Geschlecht und Persönlichkeit. Männliche Reducer zeigten keine Veränderung, während alle anderen Probanden einen Anstieg der Herzfrequenz in der Reizungsphase aufwiesen.

In der Herzratenvariabilität zeigte sich ein tendenziell signifikanter Haupteffekt der Persönlichkeit dahingehend, dass Reducer eine höhere Herzratenvariabilität ausbildeten als Augmenter ( $F(1, 54) = 3,29$ ;  $p < .1$ ). Weiterhin bestand eine signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und Versuchsphase ( $F(1, 54) = 4,04$ ;  $p < .05$ ). Während männliche Versuchsteilnehmer eine Abnahme der Variabilität in der Reizungsphase zeigten, reagierten weibliche Probanden mit einer Zunahme der Variabilität. Unterschiede bzgl. des MQSD bestanden nicht.

Bei allen hier aufgeführten psychophysiologischen Variablen bestand kein signifikanter Zusammenhang mit dem Alter.

## 5.5 Ergebnisse zum Druckschmerz-Experiment

### 5.5.1 Subjektive Daten

Die Analyse der subjektiven Einschätzungen erbrachte einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Gewicht ( $F(1, 29) = 35,55$ ;  $p < .01$ ), Zeit ( $F(5, 145) = 88,26$ ;  $p < .01$ ), der Persönlich-

keit ( $F(1, 29) = 7,50$ ;  $p < .01$ ) und des Geschlechts ( $F(1, 29) = 4,04$ ;  $p < .05$ ). Das höhere Gewicht führte zu höheren Schmerzeinschätzungen, mit zunehmender Dauer der Reizapplikation stieg das Schmerzempfinden an, weibliche Probanden gaben stärkere Schmerzempfindungen an als männliche Probanden und Reducer stärkere als Augmenter. Abbildung 2.70 veranschaulicht das Schmerzempfinden in den Persönlichkeitsgruppen.

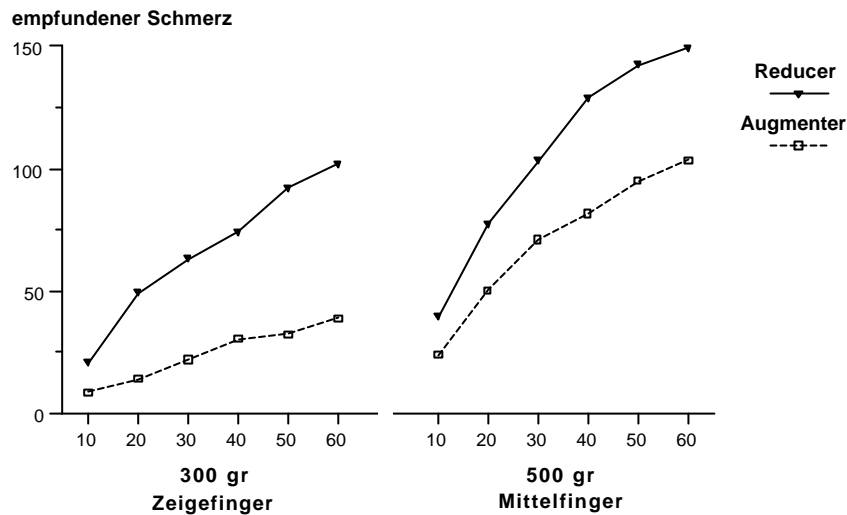


Abb. 2.70. Das subjektiv angegebene Schmerzempfinden der Augmenter und Reducer in Abhängigkeit von der Reizintensität und Dauer der Reizapplikation. Augmenter empfanden weniger Schmerz als Reducer. Dies war umso deutlicher zu beobachten, je länger die Reizapplikation andauerte.

Eine signifikante zweifache Interaktion zwischen Zeit und Persönlichkeit ( $F(5, 145) = 6,30$ ;  $p < .01$ ) war darauf zurückzuführen, daß - wie in Abbildung 2.70 ersichtlich - die Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern mit zunehmender Reizungsdauer zunahmen. Nur im ersten 10-Sekunden-Block unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant voneinander. Weiterhin konnte eine zweifach-Interaktion zwischen Gewicht und Zeit beobachtet werden ( $F(5, 145) = 10,19$ ;  $p < .01$ ), die darauf zurückzuführen war, daß der Schmerzanstieg mit zunehmender Reizdauer bei hohem Gewicht stärker ausgeprägt war als bei niedrigerem Gewicht.

## 5.5.2 Peripher-physiologische Variablen

### EDA

Die Analyse der Anzahl elektrodermalen Spontanfluktuationen ergab lediglich einen tendenziellen Haupteffekt des Faktors Zeit ( $F(5, 160) = 2,01$ ;  $p < .1$ ). Dieser spiegelte einen Habituationseffekt wieder, d. h. mit zunehmender Reizdauer konnten pro Zeiteinheit weniger elektrodermale Spontanfluktuationen beobachtet werden. Die Analyse der elektrodermalen Summenamplitude ergab einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Zeit. Auch hier zeigte sich eine Abnahme der Amplituden mit fortlaufender Reizdauer (siehe Abb. 2.71).

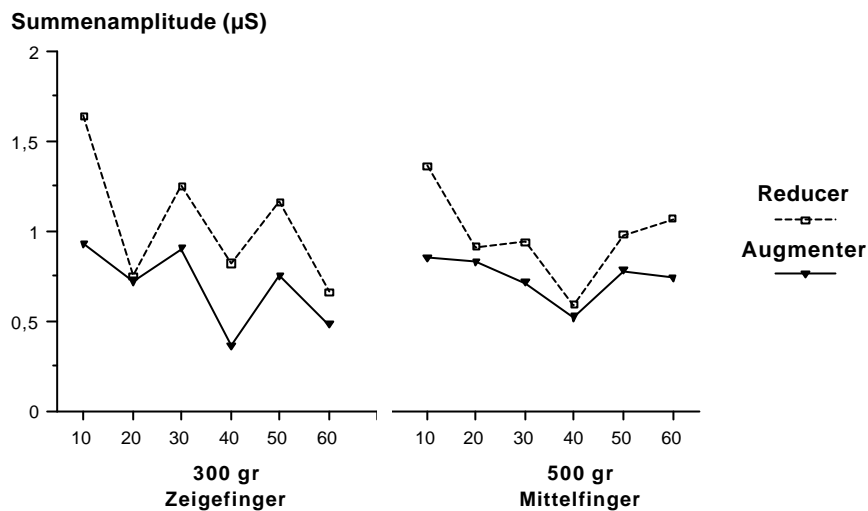


Abb. 2.71. Die elektrodermale Summenamplitude in 10-Sekunden-Blöcken für die zwei Gewichte und Persönlichkeitsgruppen. Mit zunehmender Reizapplikation gingen die Summenamplituden zurück. Augmenter zeigten eine geringere Reaktivität als Reducer. Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Augmenter zeigten in der Summenamplitude zwar insgesamt eine verringerte Reaktivität, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant. Auch Geschlechtsunterschiede konnten nicht beobachtet werden.

Zusätzlich wurde die initiale elektrodermale Reaktion (Orientierungsreaktion) auf das Aufsetzen des Stifts auf die Haut analysiert. Augmenter zeigten hierbei auf beide Gewichte eine niedrigere initiale Reaktion als Reducer. Beim leichteren Gewicht erreichte die Amplitude bei den Augmentern im Mittel  $0,55 \mu\text{S}$  ( $SD = 0,45$ ), bei den Reducern  $0,73 \mu\text{S}$  ( $SD = 0,61$ ). Beim schwereren Gewicht war die elektrodermale OR insgesamt etwas geringer: Sie erreichte bei den Augmentern  $0,40 \mu\text{S}$  ( $SD = 0,40$ ) und bei den Reducern  $0,72 \mu\text{S}$  ( $SD = 0,65$ ). Die Unterschiede waren jedoch nur in der Tendenz signifikant ( $F(1, 32) = 2,72; p = .1$ ).

### Fingerpulsvolumenamplitude

Die Fingerpulsvolumenamplitude zeigte - ähnlich wie die elektrodermale Summenamplitude - einen Habituationsverlauf, d. h. mit fortdauernder Reizung nahm die Vasokonstriktion im Vergleich zur Baseline ab. Dies zeigte sich im signifikanten Haupteffekt des Faktors Zeit ( $F(5, 150) = 4,67; p < .05$ ). Weiterhin konnte eine signifikante dreifach-Interaktion zwischen Gewicht, Zeit und Persönlichkeit beobachtet werden ( $F(5, 150) = 3,21; p < .05$ ). Abbildung 2.72 zeigt den Verlauf der Fingerpulsvolumenamplitude zwischen den zwei Gewichten für jede Persönlichkeitsgruppe.



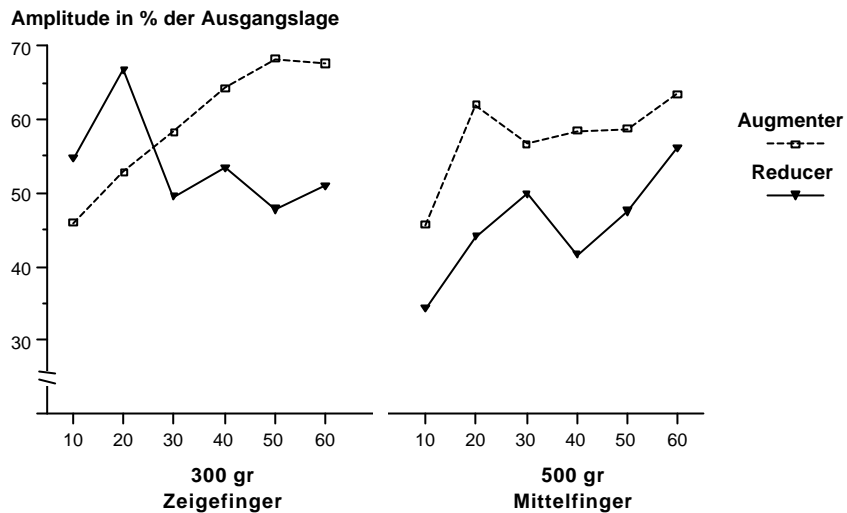


Abb. 2.72. Der FPV-Verlauf im Vergleich zur Baseline für die zwei Gewichte und Persönlichkeitsgruppen. Beim leichteren Gewicht zeigten Augmenter mit fortlaufender Reizdauer eine geringer werdende Vasokonstriktion, Reducer eher eine zunehmende.

Post hoc Analysen ergaben hier, daß Augmenter beim leichteren Gewicht mit zunehmender Reizdauer eine geringer werdende Konstriktion aufwiesen, Reducer hingegen eine stärker werdende Konstriktion. Dies war besonders in den Sekunden-Blöcken 40 bis 50 der Fall.

## 5.6 Zusammenfassung

Tabelle 2.21 zeigt die Ergebnisse zu den Schmerzexperimenten im Überblick.

Tab. 2.21. *Vergleiche zwischen Augmentern und Reducern in Abhängigkeit von Situationen und abhängigen Variablen. Werte in Klammern weisen auf ein tendenziell signifikantes Ergebnis hin.*

Situationen	aV	Effekt
Wärmetoleranz	Gesamtdauer	A > R
	Schwelle	A > R
	Toleranz	A = R
	EDA	A = R
	BPM	A = R
	HR-Variabilität	(A < R)
	MQSD	A = R
Druckschmerz	eingeschätzter Schmerz 300gr	A < R
	eingeschätzter Schmerz 500gr	A < R
	EDA 300gr	A = R
	EDA 500gr	A = R
	FPV 300gr	A < R
	FPV 500gr	A = R

Die Ergebnisse ergeben ein stimmiges Bild: Im Wärmetoleranztest applizierten sich Augmenter den Reiz signifikant länger als Reducer und gaben erst später unangenehme Empfindungen an. Hinsichtlich der Toleranz, d. h. der Zeit vom Auftreten unangenehmer Empfindungen bis zur Beendigung der Reizung waren keine Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern zu beobachten. Augmenter zeigten in dieser Phase allerdings in der Tendenz eine geringer ausgeprägte Herzratenvariabilität. Im Druckschmerzexperiment schätzten die Augmenter bei beiden Gewichten den empfundenen Schmerz geringer ein als Reducer. Dabei wurden die Unterschiede mit fortlaufender Reizungsdauer größer, d. h. Augmenter zeigten bei beiden Gewichten im Laufe der Reizung einen weniger starken Anstieg in der Schmerzempfindung als Reducer. Beim leichteren Gewicht zeigten sie außerdem im Fingerpulsvolumen ein Habituationmuster, während Reducer eher eine Zunahme der Vasokonstriktion zeigten.

## 5.7 Diskussion der Schmerzexperimente

Die Experimente zur Schmerztoleranz bzw. Schmerzwahrnehmung zeigten ein deutliches Bild: Beim Wärmetoleranztest applizierten sich die Augmenter den Reiz signifikant länger und signalisierten das Auftreten unangenehmer Empfindungen später als Reducer. Dies war vor allem bei den männlichen Augmentern der Fall. In beiden Gruppen kam es zu einer Zunahme der autonomen Aktivierung (EDA, HF) gegenüber der Baseline. Dies kann als Indiz dafür gewertet werden, dass der Wärmereiz als Stressor fungierte. Eine verminderte peripher-physiologische Reaktivität bei Augmentern, wie dies nach den Ergebnissen des Experiments 1 zu erwarten war, konnte jedoch nicht festgestellt werden. Demnach führte bei beiden Persönlichkeitsgruppen der Wärmereiz zu einer ähnlichen psychophysiologischen Beanspruchung. Lediglich die männlichen Reducer unterschieden sich dahingehend, dass sie keinen signifikanten Herzfrequenzanstieg von der Ruhephase zur Reizungsphase ausbildeten. Zwei Erklärungsmöglichkeiten bieten sich für dieses Ergebnis an: Erstens könnte es sein, dass männliche Reducer nicht bis zur Schmerzgrenze reizten, sondern den Versuch schon wesentlich früher beendeten. Dies scheint jedoch unwahrscheinlich, da männliche Reducer nicht signifikant kürzere Reizungszeiten aufwiesen als die anderen Probanden mit Ausnahme der männlichen Augmenter. Als zweite Möglichkeit würde naheliegen, dass männliche Reducer vor dem Experiment negative Erwartungen ausbildeten und erst während des Wärmetoleranztests merkten, dass dieser Versuch harmloser war, als sie zuerst dachten (da sie ja die volle Kontrolle über den Versuch hatten). Dementsprechend wäre die Herzfrequenz unmittelbar vor dem Experiment oder noch in den ersten Sekunden während des Experiments bei den männlichen Reducern erhöht, in dessen Verlauf entspannten sich die Probanden dann aber mit der Folge einer niedrigeren Herzfrequenz. Eine nachträglich durchgeführte Analyse der Herzrate in der Ausgangslage konnte diese Vermutung jedoch nicht bestätigen. Männliche Reducer wiesen verglichen mit den anderen Versuchsteilnehmern keine signifikant höhere Herzrate in der Ruhephase auf. Weiterhin zeigte sich zwar bei den männlichen Reducern im Laufe der Wärmereizung im Mittel eine Herzratenverlangsamung, aber auch diese unterschied sich nicht signifikant von den Herzratenverläufen der anderen Probanden. Es muß zum gegenwärtigen Zeitpunkt also offen bleiben, ob der fehlende Herzfrequenzanstieg der Reducer in der Reizungsphase ein zufälliges Ergebnis war oder ob andere als die hier vermuteten Ursachen für dieses Ergebnis verantwortlich waren. In der Toleranzphase konnten entgegen der Erwartung keine Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern gefunden werden. Beide Persönlichkeitsgruppen hielten nach dem Auftreten unangenehmer Empfindungen gleich lange durch. Dieses Ergebnis widerspricht den Annahmen Petries, der zufolge eher Unterschiede in der Schmerztoleranz als in der Schmerzschwelle zwischen Augmentern und Reducern zu erwarten sein sollten. Möglicherweise liegt dies an der etwas anderen Instruktion, die hier verwendet wurde. Anders als bei Petrie wurde hier die Schmerzschwelle definiert als der Zeitpunkt, an dem unangenehme Empfindungen auftraten, während Petrie den Zeitpunkt als Schwelle festlegte, an dem bereits ein stechender Schmerz auftrat.

Im Druckschmerzexperiment gaben Augmenter an weniger Schmerzen zu empfinden als dies Reducer taten. Dieser Unterschied vergrößerte sich sogar mit zunehmender Reizapplikationsdauer und traf für beide Gewichte gleichermaßen zu. Peripher-physiologisch zeigten sich wie beim Wärmetoleranztest nur wenige Unterschiede: Lediglich bei dem leichteren Gewicht konnte bei den Reducern mit fortlaufender Reizungsdauer eine gleichbleibende Vasokonstriktion beobachtet werden, während Augmenter eher ein Habituationmuster (d. h. eine abnehmende Vasokonstriktion) zeigten. Weiterhin wiesen Augmenter eine in der Tendenz geringere OR auf das Aufsetzen des Stifts auf.

In beiden Experimenten waren weiterhin männliche Probanden schmerztoleranter als weibliche Probanden. Diese Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit z. B. Dubreuil und Kohn (1986) oder Kohn (1991), die ebenfalls eine höhere Schmerztoleranz seitens der männlichen Versuchsteilnehmer beobachten konnten. Auch vor dem Hintergrund geschlechtsspezifischer Unterschiede in der RAS erscheint dieses Ergebnis plausibel: So weisen männliche Probanden generell höhere Werte auf der RAS auf als weibliche Probanden (siehe Kapitel I, Abschnitt 1.2 auf Seite 11 ff.).

Insgesamt gesehen, stehen die Ergebnisse in Übereinstimmung mit der Theorie Petries und Vandos und belegen eindrucksvoll die Konstruktvalidität der RAS. Augmenter (Petries Reducer) wiesen eine heraufgesetzte Schmerzschwelle und ein geringeres Schmerzempfinden auf als Reducer (Petries Augmenter). Entgegen der Erwartung konnten jedoch keine deutlichen Unterschiede in der peripher-physiologischen Reaktivität zwischen Augmentern und Reducern gefunden werden, wie dies den Ergebnissen von Experiment 1 und der Vermutung Petries zufolge erwartet werden konnte (in Experiment 1 zeigte sich unter anderem eine geringere peripher-physiologische Reaktivität der Augmenter auf intensive Geräusche). Eine etwas geringere peripher-physiologische Reaktivität der Augmenter deutete sich zwar im Druckschmerzexperiment an, diese war jedoch auf wenige Parameter beschränkt und darüberhinaus im Wärmetoleranztest nicht zu beobachten. Als möglicher Grund für die fehlende Differenzierung könnte angeführt werden, dass im Druckschmerzexperiment der induzierte Schmerz nicht groß genug gewesen sein könnte (die mittlere Schmerzeinschätzung lag beim leichten Gewicht bei 46,09 und beim schweren Gewicht bei 88,29). Dabei war das maximal mögliche Schmerzempfinden mit 250 zu skalieren. Somit betrug die mittlere Schmerzeinschätzung beim schweren Gewicht gerade einmal 35,32% des maximal möglichen Schmerzempfindens; eine Intensität, die offensichtlich nicht ausreichte, psychophysiologische Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern zu provozieren. Die fehlenden psychophysiologischen Reaktivitätsunterschiede im Wärmetoleranztest könnten an der Kontrollmöglichkeit über den Schmerzreiz gelegen haben: Augmenter und Reducer konnten die Stimulationsdosis frei wählen. Ein solches Vorgehen könnte dazu geführt haben, dass sich die Persönlichkeitsgruppen nicht in der psychophysiologischen Reaktivität unterschieden, da ja beide Gruppen nur so lange reizten, bis ihre individuelle Schmerztoleranz überschritten war. Vor diesem

Hintergrund würden sich psychophysiologische Reaktivitätsunterschiede eher erwarten lassen, wenn z. B. eine für beide Gruppen gleich lange Reizungszeit festgelegt werden würde oder aber wenn Reducer die mittlere Reizungszeit der Augmenter ertragen sollten und umgekehrt Augmenter die mittlere Reizungszeit der Reducer (sogenanntes Yoked-Design). Freilich würde dieses letztere Vorgehen ethische Probleme aufwerfen. Da trotz weitgehend ähnlicher psychophysiologischer Reaktivität Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern in der Schmerzschwelle bzw. Schmerzeinschätzung auftraten, muß angenommen werden, dass dies Phänomene waren, die ihre Ursachen entweder auf kortikaler Ebene und / oder auf subjektiver Ebene haben sollten. Über mögliche Unterschiede auf zentralnervöser Ebene kann hier nur spekuliert werden. Zur Überprüfung dieses Sachverhalts müssten Studien konzipiert werden, die im Rahmen von Schmerzanordnungen neben autonomen auch zentralnervöse Maße bei Augmentern und Reducern erheben sollten (z. B. das Spontan-EEG oder durch Schmerzreize evozierte Potentiale; siehe hierzu auch Abschnitt 1.3, Seite 13 ff.). Manche Untersuchungen lassen jedoch vermuten, dass Unterschiede in der Schmerztoleranz weniger auf psychophysiologischer Ebene, sondern viel eher auf subjektiver Ebene manifest sind. Einige Forschungsergebnisse zeigen, dass bestimmte Bewältigungsmechanismen (d. h. bestimmte Copingstile) für das Zustandekommen von Unterschieden in der Schmerztoleranz wesentlich sind. So konnten Voss, Kallai und Bauer (1997) zeigen, dass Personen, deren bevorzugte Reizbewältigung darin besteht, sich unter bedrohlichen Bedingungen von der Situation abzuwenden (sogenannte Blunter) in einem Cold-Pressor-Test (Eiswassertest) weniger Schmerzempfinden angaben und eine größere Schmerztoleranz aufwiesen als Probanden, die in solchen Situationen Informationen aufsuchen (sogenannte Monitore). In eine ähnliche Richtung gehen Befunde von Lukin und Ray (1982). Auch sie konnten beobachten, dass Personen, die in einem Cold-Pressor-Test ihre Aufmerksamkeit auf die Situation (d. h. auf die Hand oder das Eiswasser) richteten, weniger schmerz tolerant waren als Personen, die sich von der Situation ablenkten. Auch in dieser Studie könnten die Schmerztoleranzunterschiede zwischen Augmentern und Reducern auf das Wirksamwerden unterschiedlicher Reizverarbeitungsstile zurückzuführen sein. Den oben angeführten Ergebnissen zufolge sollten Augmenter ihre Aufmerksamkeit eher von der Situation abgewendet haben, wohingegen Reducer den Aufmerksamkeitsfokus eher auf die experimentelle Situation richten sollten. Eine solche Hypothese ließe sich überprüfen, indem die Copingstile von Augmentern und Reducern mittels Fragebogen (z. B. der Frankfurter Monitoring Blunting Skala) oder mittels Interview erfasst werden würden.

Weiterhin interessant wären Untersuchungen zur Schmerzunterdrückung durch gleichzeitige Stimulation anderer Sinneskanäle (sogenanntes cross-modality-masking; siehe auch Barnes, 1976). Dadurch - so wird angenommen - kann der Schmerzreiz nicht mehr hinreichend verarbeitet werden, was in einer verminderten Schmerzwahrnehmung resultieren sollte. Dieses Phänomen der „Ablenkung“ sollte der Theorie der Stimulus-Intensitäts-Modulation zufolge für Augmenter und Reducer in unterschiedlichem Maße wirksam sein. Da von den hier unter-

suchten Reducern (Petries Augmenter) angenommen wird, dass sie eintreffende Reize verstärken, wäre zu erwarten, dass sie durch Stimulation anderer Sinneskanäle (und dem damit verbundenen größeren Reizeinstrom) eher einen Anstieg in der Schmerztoleranz aufweisen sollten als Augmenter (Petries Reducer). Ebenso lohnenswert wäre es, die bei Mahoney et al. (1980) gefundenen Unterschiede in der Zeiteinschätzung zu überprüfen. Hier wäre auch ein Design denkbar, das die Zeiteinschätzung von Augmentern und Reducern in unterschiedlich stimulativen Bedingungen erheben sollte. Dabei wäre zu erwarten, dass Augmenter gegenüber Reducern die Dauer einer schmerzhaften Reizung kürzer einschätzen, Reducer gegenüber Augmentern dagegen die Dauer in einer niedrig-stimulativen oder langweiligen Bedingung unterschätzen.

## Kapitel III: Diskussion und Bewertung der experimentellen Arbeiten

### 1. Die „passive“ Informationsverarbeitung bei Augmentern und Reducern

Mehrere Experimente wurden durchgeführt, um Augmenter und Reducer (eingeteilt nach der Reducing-Augmenting Skala von Vando) in unterschiedlichen Situationen auf physiologischer, subjektiver und Verhaltensebene zu untersuchen. Dabei zeigte sich, dass Augmenter in Experiment 1 weniger reaktiv waren als Reducer: Sie wiesen eine geringere  $N_1$ - $P_2$ -Amplitude auf und zeigten auch eine geringere elektrodermale und kardiovaskuläre Reaktivität als Reducer. Darüberhinaus schätzten sie die Geräusche als weniger laut und weniger unangenehm ein. In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen waren Augmenter in den Schmerzexperimenten schmerztoleranter als Reducer: Sie verabreichten sich einen Wärmereiz länger und schätzten Druckreize als weniger schmerzhaft ein verglichen mit Reducern. In Experiment 1 und 2a gaben sie an, häufiger alkoholische Getränke zu konsumieren und beschrieben sich als optimistischer. In Experiment 2a wiesen sie darüberhinaus eine höhere Hörschwelle auf als Reducer und regelten die Lautstärke eines Musikstücks höher. Die verminderte psychophysiologische Reaktivität der Augmenter konnte jedoch in Experiment 2a und den Schmerzexperimenten nicht wiedergefunden werden. Für Experiment 2a wird vermutet, dass dies auf den eingeschränkten Intensitätsbereich der verwendeten Stimuli zurückzuführen war. Hier wurden im Gegensatz zum ersten Experiment nur drei hohe Intensitäten ausgewählt (85 bis 105dB). Vermutlich ist jedoch der Kontrast zwischen hohen und niedrigen Intensitäten notwendig, um Unterschiede in der Reaktivität zu provozieren. Der im Druckschmerzexperiment induzierte Schmerz war insgesamt gesehen eher gering und schien nicht auszureichen, um psychophysiologische Unterschiede zwischen den Gruppen zu provozieren. Beim Wärmetoleranzexperiment verhinderte evtl. die Kontrollmöglichkeit über den aversiven Stimulus das Auftreten psychophysiologischer Reaktivitätsunterschiede. Dennoch zeigten sich in beiden Experimenten deutliche Unterschiede bezüglich der Schmerzschwelle bzw. Schmerztoleranz. Obwohl die Probanden in Übereinstimmung mit der Theorie richtig klassifiziert worden waren und die Reizintensitäten außerordentlich hoch waren, zeigte sich jedoch in keinem der hier durchgeführten Experimente eine Transmarginale Hemmung oder zumindest eine verringerte Reaktivität im oberen Intensitätsbereich in der Gruppe der Reducer.

Zusammenfassend zeigen die hier dargestellten Untersuchungen sehr deutlich, dass die nach dem Reducing-Augmenting Fragebogen von Vando eingeteilten Augmenter und Reducer sich in verschiedenen Variablen unterscheiden. Besonders eindrucksvoll sind die Ergebnisse zum Radiotest, zum Konsum psychoaktiver Substanzen und den Schmerzexperimenten. Hinsichtlich der psychophysiologischen Reaktivität sind die Befunde jedoch weniger eindeutig und wahrscheinlich abhängig von spezifischen situativen Bedingungen. Entsprechend dieser Befunde könnte es sich als sinnvoll erweisen, Augmenting-Reducing weniger über die physiologische Reaktivität zu definieren, sondern eine Verhaltensbatterie zu entwickeln, aufgrund de-

rer eine Klassifikation in Augmenter und Reducer vorgenommen wird. Dazu könnte z. B. ein Radiotest oder ein schnell durchführbarer Schmerztoleranztest (z. B. Cold-Pressor) verwendet werden.

## **2. Die „aktive“ Informationsverarbeitung bei Augmentern und Reducern**

Die Ergebnisse zu den aktiven Aufgabenbearbeitungen zeigen deutliche Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern. Besonders bei sehr einfachen Aufgaben, bei denen es auf schnelle, aber weniger genaue motorische Reaktionen ankam, waren Augmenter schneller als Reducer. Am Zustandekommen der Reaktionszeitunterschiede in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe schienen zwei Komponenten beteiligt sein: Zum einen die schnellere Initiierung der motorischen Reaktion wie dies die Ergebnisse zum EMG und zum Tapping nahelegen, zum anderen aber auch die effizientere Bereitstellung von Verarbeitungsressourcen. Diese zeigte sich in einer größeren  $N_1$ -Komponente in der Einfach-Reaktionszeitaufgabe am Ende des Experiments 2b. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass diese Unterschiede in der Ressourcenallokation von der Dauer des Experiments moderiert werden: Die Ergebnisse lassen vermuten, dass Aufmerksamkeitseffekte eine Rolle spielen könnten dahingehend, dass Augmenter vielleicht in stärkerem Maße dazu in der Lage sind, ihre Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten, als dies Reducer vermögen. Die Verhaltensdaten sprechen nicht unbedingt dafür, dass Augmenter impulsive Personen sind, da die begangenen Commissionsfehler - evtl. aufgrund der relativ einfach zu diskriminierenden Reize - eher gering waren. Für eine genauere Klärung dieses Sachverhalts könnte z. B. eine Identifizierungsaufgabe (ein sogenannter Matching-Familiar-Figures Test), wie sie üblicherweise in der Impulsivitätsforschung eingesetzt wird, herangezogen werden. Ebenso sprechen die Ergebnisse zum Tapping und Tracking gegen eine Gleichstellung von Augmenting und Impulsivität. Den Ergebnissen im Tappingexperiment zufolge waren die Leistungen der Augmenter eher vergleichbar mit denen von niedrig-Impulsiven (nach Amelang & Breit, 1983) und im Trackingexperiment begingen die Augmenter nicht signifikant mehr Fehler, wie das den Ergebnissen von Dickman und Meyer (1988) zufolge zu erwarten gewesen wäre.

Bei der zu Anfang dargebotenen Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe zeigten sich weniger deutliche Effekte. Die Bereitstellung kortikaler Verarbeitungsressourcen war bei beiden Gruppen annähernd gleich, lediglich die Muskelinnervation setzte bei den Augmentern früher ein. Dennoch bestanden keine Unterschiede in der Reaktionszeit. Die durchgeführten Reaktionszeitexperimente lassen vermuten, dass Unterschiede in der Reaktionsgeschwindigkeit zwischen Augmentern und Reducern dann verringert werden können, wenn mehr Informationsverarbeitungsstufen zwischen dem imperativen Reiz und der geforderten Reaktion erforderlich sind, d. h. je mehr mentale Operationen vor der Reaktion erfolgen müssen und je weniger bedeutungsvoll dadurch die motorische Komponente der Reaktion wird. Bei Aufgaben, die sehr genaues Arbeiten erforderten (z. B. Tracking) bestanden ebenso keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Trackingaufgabe verlangte einen permanenten Vergleich zwischen



der Muskelbewegung und dem zu verfolgenden Signal, war also eine Aufgabe, bei der ebenso zahlreiche mentale Verarbeitungsstufen durchlaufen werden mussten. Augmenter vermögen also nur dann ihre Vorteile auszuspielen, wenn schnelle motorische Reaktionen gefordert werden und das Risiko, falsche Reaktionen auszuführen nicht allzu hoch ist. Dementsprechend sollten ebenso keine Unterschiede zwischen den Gruppen bei mentalen Rotationsaufgaben oder bei Sternbergs Gedächtnissuch-Aufgaben bestehen. Summarisch betrachtet scheinen Augmenter bei verschiedenen Aufgabenbearbeitungen flexiblere Strategien zu verfolgen. Wenn schnelle Reaktionen gefordert werden, sind sie in der Lage, äußerst schnell zu reagieren. Wird hingegen eine genaue Aufgabenbearbeitung verlangt, vermögen sie ihre Strategie umzustellen und langsamer, dafür aber genauer zu arbeiten. Reducer hingegen scheinen eine rigidere Strategie zu verfolgen: Sie reagieren generell langsamer (vielleicht auch vorsichtiger) und können dadurch grundsätzlich sorgfältiger arbeiten. Interessante Forschungsperspektiven ergäben sich, wenn nun motivationale Faktoren durch Belohnung oder Bestrafung bestimmter Reaktionsweisen (z. B. genaue oder aber besonders schnelle Reaktionen) manipuliert werden würden. Dadurch könnte untersucht werden, ob Augmenter (ähnlich wie emotional stabile Extravertierte) eher durch Belohnung und Reducer (analog zu emotional instabilen Introvertierten) eher durch Bestrafung lernen, wie es z. B. die Theorie vom Behavioral Activation bzw. Inhibition System nach Gray (1981) nahelegt.

### **3. Zusammenfassende Diskussion**

Die Ergebnisse der hier referierten Experimente belegen die Konstruktvalidität der Reducing-Augmenting Skala von Vando (1969). Augmenter waren Personen, die in den meisten Experimenten eintreffende Reize scheinbar abschwächten; dementsprechend waren sie toleranter gegenüber starker Stimulation (z. B. Schmerzexperimente, Radiotest). Weniger deutlich waren die Ergebnisse bzgl. der psychophysiologischen Reaktivität. Nur in Experiment 1 zeigten sich deutliche Hinweise darauf, dass Augmenter gegenüber Reducern eine verminderte zentralnervöse und peripherphysiologische Reaktivität besonders auf intensive Reize aufweisen. Sowohl in Experiment 2a, als auch in den Schmerzexperimenten ließ sich die verminderte psychophysiologische Ansprechbarkeit der Augmenter nicht mehr replizieren. Die gefundenen psychophysiologischen Unterschiede scheinen somit von spezifischen experimentellen Anordnungen abhängig zu sein (in diesem Fall z. B. von Kontrasteffekten) und höchstens unter solch spezifischen Bedingungen eine generelle Disposition beider Persönlichkeitsmerkmale widerzuspiegeln. Gegen eine generell verminderte psychophysiologische Reaktivität sprechen auch die Ergebnisse zu den Einfach-Reaktionszeitexperimenten. Hier wiesen Augmenter eine höhere  $N_1$ -Komponente auf als Reducer. Nachträglich durchgeführte Analysen konnten in Übereinstimmung damit auch vermehrte elektrodermale Reaktionen auf den imperativen Reiz ermitteln. Ob dies als Indiz dafür gewertet werden kann, dass Augmenter generell bei visueller Stimulation eine höhere Reaktivität aufweisen, kann nicht abschließend beantwortet werden. Vor dem Hintergrund der hier dargestellten Ergebnisse erscheint eine solche Interpretation

jedoch nicht zwingend. Es wäre vielmehr möglich, dass Augmenter nur dann eine erhöhte Reaktivität in psychophysiologischen Variablen zeigen, wenn die Reize für sie in besonderem Maße bedeutsam sind. Eine solche Bedeutsamkeit scheint für Augmenter vor allem dann zu bestehen, wenn z. B. motorische Reaktionen gefordert werden. Die bei längerdauernden eintönigen Experimenten unweigerlich einsetzende Monotonie könnte bei den Augmentern in Experiment 1 und 2b dazu geführt haben, sich Stimulation durch Aktivität, d. h. schnelle und kraftvolle Reaktionen zu verschaffen. Auch die Ergebnisse zum Tappingexperiment scheinen dies zu belegen. Kommt es in den geforderten Reaktionen nicht auf Genauigkeit an, so können Augmenter ihrem Wunsch nach Stimulation ungehemmter nachgehen. Eine solche Interpretation wird gestützt sowohl durch die Theorie zur Stimulus-Intensitäts-Modulation, als auch durch die Ergebnisse zum Experiment 1, zum Konsum psychoaktiver Substanzen oder zum Radiotest. Demnach suchen Augmenter in weitaus stärkerem Maße als Reducer nach Stimulation. Der stimulative Wert einer Bewegungsausführung zu Beginn eines Experimentes scheint weniger wichtig, da die Aufgabe noch relativ neu und unbekannt ist. Mit zunehmender Dauer und zunehmendem Bekanntheitsgrad der Aufgabe könnte es für die Augmenter jedoch wichtiger werden, zusätzliche Stimulation zu beziehen. Einen solchen Standpunkt vertritt z. B. Gale (1969) in Bezug auf Extravertierte und Introvertierte. Seine Ergebnisse sprechen dafür, dass für Extravertierte auch motorische Aktivitäten als Quelle der Stimulation besonders lohnenswert sind. So betätigten Extravertierte ohne dazu aufgefordert zu werden eine Morsetaste wesentlich häufiger als Introvertierte. Eine für Augmenter stimulative Bedeutung könnten auch die geforderten Reaktionen bei den hier durchgeführten Reaktionszeitexperimenten gehabt haben. Eine solche Interpretation eröffnet interessante Perspektiven für weitere Experimente zum Augmenting-Reducing Paradigma. So wäre es möglich, dass Augmenter dann ein EP-Augmenting zeigen, wenn die Reize eine bestimmte stimulative Bedeutung zugewiesen bekommen (z. B. durch geforderte Reaktionen). Auch die in Abschnitt 1.3 (Seite 13 ff.) zitierten Untersuchungen zeigen, dass Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern besonders dann zu erwarten sind, wenn den Reizen eine Bedeutsamkeit (z. B. durch Aufmerksamkeitsinstruktionen) zugewiesen wird.

### *Ausblick*

An dieser Stelle sollen Forschungsperspektiven aufgezeigt werden, die für ein weitergehendes Verständnis der Stimulus-Intensitäts-Modulation lohnenswert erscheinen. Zahlreiche Vorschläge für weitere Arbeiten sind bereits in den vorangegangenen Abschnitten dargestellt worden. Diese sollen im folgenden aus Gründen der Redundanz nicht erneut thematisiert werden (der interessierte Leser sei hierbei auf die unter Kapitel II subsummierten Abschnitte 1.3, 3.6, 4.3 und 5.7 verwiesen). Stattdessen sollen an dieser Stelle eher umfassendere Forschungsprogramme dargestellt werden, die sich eher aus einer integrativen Perspektive ergeben.

Für zukünftige Augmenting-Reducing Studien ergibt sich zunächst aus den hier referierten Befunden zur „passiven“ Informationsverarbeitung die Forderung, jene Bedingungen aufzuklären, unter denen psychophysiologische Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern auftreten. Dabei sollte ein Vorgehen gewählt werden, bei dem nach der RAS eingeteilte Augmenter und Reducer in einem Augmenting-Reducing Experiment mit breit angelegtem Intensitätsbereich, unterschiedlichen Sinnesmodalitäten, Interstimulusintervallen und verschiedenen Aufmerksamkeitsinstruktionen untersucht werden. Auf diese Weise ließen sich Rückschlüsse ziehen auf den vermuteten modalitätsübergreifenden Schutzmechanismus. Ein solches Design könnte beispielsweise darin bestehen, dass zwei Gruppen von Augmentern und Reducern (mit vs. ohne Aufmerksamkeitsinstruktion) ein gemischtes akustisches, visuelles und somatosensorisches Augmenting-Reducing Paradigma durchliefen mit gemischten langen und kurzen Interstimulusintervallen. Da ein solches komplexes Vorhaben einen überaus großzügigen zeitlichen Rahmen erfordern würde, wäre es sinnvoll, das Experiment auf mehrere Tage (etwa drei) auszudehnen. So könnten an einem Tag visuelle Reize mit langem ISI und akustische Reize mit kurzem ISI dargeboten werden, an einem zweiten Tag visuelle Reize mit kurzem ISI und somatosensorische Reize mit langem ISI und an einem dritten Tag somatosensorische Reize mit kurzem ISI und akustische Reize mit langem ISI. Sicherlich wäre eine solche dreitägige und jeweils etwa dreistündige „Reizbombardierung“ für die Versuchsperson jedoch an der Grenze des Zumutbaren, wenngleich sie für eine umfassende Untersuchung zum Augmenting-Reducing unumgänglich wäre. Anschließend an eine solche Studie sollte es dann möglich sein, ein A-R Standardparadigma zu entwickeln. Eine sinnvolle Erweiterung der hier genannten Befunde wäre es darüberhinaus, Augmenter und Reducer in verschiedenen Altersgruppen zu untersuchen. Einige Studien lassen vermuten, dass mit zunehmendem Alter ein Augmenting-Verlauf im EEG wahrscheinlicher wird (siehe Kapitel I, Abschnitt 1.3, Seite 23 f.). Dies ließe sich analysieren, indem z. B. Augmenter und Reducer in drei verschiedenen Altersgruppen (jung, mittel, alt) untersucht würden. Eventuell auftretende Unterschiede zwischen den Altersgruppen in einem Augmenting-Reducing Paradigma ließen ggf. mehr Rückschlüsse auf die Funktionsweise des postulierten Schutzmechanismus zu.

Interessant wäre darüberhinaus, Augmenter und Reducer auch in anderen als den hier beschriebenen Situationen zu untersuchen. Beispielsweise würden sich Untersuchungen anbieten, die am unteren Ende der Stimulationsskala (z. B. Reizdeprivation) operierten. Nach Petrie (1967) sollten Reducer (Petries Augmenter) solche Situationen besser ertragen können. Operationalisiert werden könnte eine solche Anordnung z. B. durch ein stimulationsarmes Labor, in dem die Probanden evtl. mit eingeschränkter Bewegungsmöglichkeit längere Zeit ausharren und ihre Befindlichkeit einschätzen sollten. Gleichzeitig abgeleitete physiologische Variablen könnten weiterhin aufgezeichnet werden. In solchen Situationen wäre zu erwarten, dass Augmenter verglichen mit Reducern die Situation als aversiver einschätzen und eine erhöhte psychophysiologische Aktivität (z. B. eine erhöhte Anzahl elektrodermalen Spontanfluktuationen) aufweisen. In eine solche Richtung gehen die Ergebnisse von Larsen und Zarate (1991). Sie

bestimmten Augmenter und Reducer anhand des G2-Reducer-Index nach Herzog et al. (1985)<sup>4</sup> und konnten beobachten, dass die Augmenter (Petries Reducer) eine monotone und langweilige arithmetische Aufgabe als aversiver und langwieriger einschätzten als Reducer (Petries Augmenter). Weiterhin berichten die Autoren auch über Unterschiede im emotionalen Erleben beider Persönlichkeitsgruppen. So gaben Augmenter häufiger als Reducer an, im Alltag intensive Emotionen zu erleben und sie begaben sich auch häufiger in solche Situationen, in denen starke Emotionen evoziert werden können. Dies zeigte sich auch im Labor: Dort wählten sie häufiger ein Emotionsexperiment, bei dem negative Emotionen induziert werden sollten, anstatt einer Fragebogenbearbeitung den Vorzug zu geben. Die Bedeutung von Emotionen im Rahmen der Stimulus-Intensitäts-Modulations-Theorie ist bislang noch kaum untersucht worden. Die Ergebnisse von Larsen und Zarate (1991) lassen jedoch vermuten, dass besonders auch Emotionen den Augmentern als Stimulationsquelle dienen könnten. Hier lassen sich weitere interessante Forschungsperspektiven aufzeigen: Beispielsweise könnten in einem ersten Experiment psychophysiologische und subjektive Reaktionen von Augmentern und Reducern auf die Darbietung emotionaler Bildsequenzen (IAPS) aufgezeichnet werden. Dabei wäre zu überprüfen, ob Augmenter auch auf diese Reize schwächer reagieren als Reducer (wie auf akustische Reize in Experiment 1) oder aber sogar eine erhöhte Reaktivität aufweisen, da solche Reize möglicherweise eine besondere Bedeutung für diese Personen darstellen.

Die zum Teil deutlichen Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Augmentern bzw. Reducern lassen vermuten, dass Augmenting-Reducing bei männlichen und weiblichen Probanden etwas unterschiedliches bedeuten könnte. Generell betrachtet waren es meistens die männlichen Augmenter, die sich deutlich von den anderen Gruppen unterschieden. Sie waren psychophysiologisch und subjektiv weniger reaktiv und schmerztoleranter. Bei einer durchgeführten Fragebogenuntersuchung verschiedener biologisch orientierter Persönlichkeitsdimensionen ließ sich mittels Faktorenanalysen feststellen, dass Augmenting-Reducing (nach der RAS) bei männlichen und weiblichen Probanden auf unterschiedlichen Faktoren lädt (Baltissen & Schwerdtfeger, 1999). Bei männlichen Probanden lädt Augmenting auf dem gleichen Faktor wie Psychotizismus und Impulsives Unsozialisiertes Sensation Seeking, bei weiblichen Probanden bestanden Zusammenhänge zur Aktivität, Soziabilität, zum Sensation Seeking, zur Extraversion und zur Stärke und Mobilität des Nervensystems. Somit scheint Augmenting bei männlichen Personen eher verbunden mit einem impulsiven, unsozialisierten und feindseligen / mißtrauischen Verhaltensstil, bei weiblichen Probanden eher mit einem impulsiven, extravertierten und soziabilen Verhaltensstil. Diese unterschiedliche Konnotation könnte für die zum Teil heterogenen geschlechtskonfundierten Ergebnisse verantwortlich sein. Hier bedarf es weiterer Studien.

---

<sup>4</sup> Larsen und Zarate führen eine signifikante Korrelation zwischen dem G2-Reducer-Index und der RAS von  $r = .66$  an ( $n = 43$ ).

Die Untersuchung von Personen, die im mittleren Bereich der Reducing-Augmenting Skala liegen, wäre sicherlich von großem heuristischen Wert. Nur durch die Hinzunahme von sogenannten „Moderates“ könnten die Regulationsmechanismen von Augmenting-Reducing präzisiert und neue Untersuchungsansätze entworfen werden. Die einfachste Vorstellung entspräche sicher einer mittleren Ausprägung in den abhängigen Variablen in den Situationen, in denen sich Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern zeigen. Das würde bedeuten, dass Moderates sowohl in ihrer psychophysiologischen als auch subjektiven Reaktivität zwischen den Augmentern und Reducern liegen sollten. Gleichfalls wäre zu erwarten, dass sie in den Reaktionszeitaufgaben, dem Tappingexperiment und den Schmerzversuchen über den Reducern und unter den Augmentern rangieren sollten. Abweichende Reaktionsmuster (z. B. schnellere Reaktionen als Augmenter) sind jedoch nicht auszuschließen. Gleichfalls wäre es möglich, dass in Situationen, in denen sich Augmenter und Reducer nicht voneinander unterscheiden (z. B. im Tracking) Moderates deutlich unterschiedlich reagieren. So wäre es möglich, dass Augmenting-Reducing in einigen experimentellen Variablen einem umgekehrt U-förmigen Verlauf folgt, ähnlich wie dies z. B. für Extraversion vorgeschlagen wurde (z. B. Eysenck, 1981). In diesem Fall wären Augmenter aufgrund einer habituellen Untererregung und Reducer aufgrund einer Übererregung auf einem ähnlichen Funktionsniveau, während Moderates durch ein optimales Erregungsniveau bessere Leistungen erzielen sollten.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass Unterschiede in der Stimulus-Intensitäts-Modulation (wie Unterschiede in anderen biologisch orientierten Temperamentsdimensionen auch) zu einem großen Teil genetisch bedingt sind. Deshalb sollte die Strategie überlegt werden, Zwillingsuntersuchungen zur psychophysiologischen Reaktivität, zur Schmerztoleranz zu Reaktionszeitaufgaben durchzuführen, um den genetischen Einfluß auf die hier gefundenen Persönlichkeitsunterschiede zu testen. Darüberhinaus könnte es sinnvoll sein Speichelproben von Augmenter und Reducern zu sammeln, um zu einem späteren Zeitpunkt Genanalysen durchzuführen (siehe Plomin & Caspi, 1998). Die Autoren führen vielversprechende Studien an, die die genetische Determination des Traits „Novelty Seeking“ belegen. Dabei soll das Gen, welches die Dopaminbindung an den D4-Rezeptoren vermittelt eine bedeutende Rolle bei der Vermittlung von Persönlichkeitsunterschieden spielen. Je weniger effizient die Dopaminbindung funktioniert, desto mehr arousalfördernde Aktivitäten muß das Individuum starten, um die mangelnde Dopaminbindung zu kompensieren. Ähnliches könnte für Augmenting-Reducing zutreffen. Darüberhinaus lassen zahlreiche neuere Studien vermuten, dass dem Neurotransmitter Serotonin eine wichtige Rolle im Rahmen von Persönlichkeitsunterschieden zukommt (siehe Seite 15 f.). So sollten Personen, die eine deutliche Intensitätsabhängigkeit in den evozierten Potentialverläufen aufweisen (wie die hier untersuchten Reducer) eine verringerte serotonerge Neurotransmission aufweisen (z. B. Hegerl, 1994, von Knorrning & Perris, 1981). Netter und Rammsayer (1989) konnten die Bedeutung des serotoninergen Systems auch für die Dimension Extraversion / Introversion herausstellen. In ihrer Studie verabreichten sie einen selektiven Serotonin Wiederaufnahmehemmer (Fluoxetin) und konnten beobachten,

dass die Überlegenheit Extravertierter gegenüber Introvertierten in der Motorzeit einer Reaktionszeitaufgabe weiter zunahm. Dies lässt vermuten, dass Serotonin nicht nur in passiven Reizaufnahmesituationen, sondern auch in aktiven Situationen (z. B. bei Reaktionszeitaufgaben) ein Moderator von Persönlichkeitsunterschieden sein könnte. Ähnliche Versuchsanordnungen wie die von Netter und Rammsayer (ebd.), ließen sich auch mit Augmentern und Reducern realisieren. Durch pharmakologische Manipulation könnte überprüft werden, inwieweit vorhandene Unterschiede zwischen Augmentern und Reducern in der psychophysiologischen Reaktivität oder Muskelaktivität vergrößert oder aber verringert werden könnten. Eine solche Manipulation wäre auch zunächst mit „handelsüblichen“ Produkten wie Alkohol oder Koffein möglich. Nach Hegerl et al. (1996) eignet sich Alkohol besonders gut, da es ein Serotonin-Agonist ist, d. h. Alkoholkonsum soll den Serotoninspiegel anheben. Dadurch wird den Autoren zufolge die Intensitätsabhängigkeit im evozierten Potential verringert, d. h. Reducing-Verläufe werden wahrscheinlicher. Dies lässt vermuten, dass die hier untersuchten Reducer (die in Experiment 1 eine stärkere Reaktivität zeigten) durch Alkohol einen weniger steilen Amplitudenanstieg im EP aufweisen sollten. Dies würde wiederum bedeuten, dass sie in ihrer Reaktivität den hier untersuchten Augmentern ähnlicher werden sollten. Eine solche Hypothese erscheint plausibel. Netter und Rammsayer (ebd.) zufolge sollten durch die Gabe von Serotonin-Wiederaufnahmehemmern (oder vielleicht auch durch Alkohol) auch die Unterschiede in der Reaktionsgeschwindigkeit in der hier untersuchten Einfach-Reaktionszeitaufgabe zunehmen, d. h. Augmenter sollten noch schneller, Reducer dagegen noch langsamer werden.

#### **4. Augmenting-Reducing: Beziehungen zu anderen biologisch fundierten Persönlichkeitsmerkmalen**

Die hier berichteten Ergebnisse sowie die in Kapitel I, Abschnitt 2 (auf Seite 33 ff.) referierten Korrelationsstudien legen Zusammenhänge zwischen Augmenting-Reducing und anderen biologisch orientierten Persönlichkeitsdimensionen nahe, so dass sich die Frage stellt, ob Augmenting-Reducing überhaupt als ein eigenständiges Persönlichkeitsmerkmal gelten kann. Im folgenden sollen die Befunde aus den hier durchgeführten Experimenten verglichen werden mit dem, was der jeweiligen Persönlichkeitstheorie zufolge erwartet wird.

Parallelen zum Konzept der *Extraversion* bestehen bezüglich der schnelleren motorischen Innervation, der höheren Schmerztoleranz oder dem eher optimistischen Befinden der Augmenter. Summarisch betrachtet scheint das Maß der Stimulationssuche bei Extravertierten und Augmentern ähnlich zu sein. So konnte analog zu den Ergebnissen des hier durchgeführten Radiotests Geen (1984) beobachten, dass Extravertierte freiwillig eine intensivere Stimulation (in Form weißen Rauschens) bei einer Aufgabenbearbeitung wählten. Desweiteren führt er ein interessantes Paradigma an, mit dem auch Augmenter und Reducer getestet werden könnten: Er ließ u. a. Extravertierten die von Introvertierten freiwillig gewählte Stimulation zukommen und umgekehrt bekamen auch Introvertierte die von Extravertierten gewählte Stimulation

während einer Lernaufgabe dargeboten (sog. Yoked-Design). Es zeigte sich, dass Extravertierte in der von den Introvertierten zugewiesenen Lautstärkebedingung autonom schwächer erregt waren, als bei eigener Stimulationswahl und Introvertierte in der von Extravertierten zugewiesenen Lautstärkebedingung stärker autonom erregt waren, als wenn sie die Dosis der Stimulation selber wählten. Darüberhinaus schnitten Introvertierte unter der zugewiesenen Lautstärkebedingung in einer Lernaufgabe schlechter ab als Extravertierte unter der von Introvertierten zugewiesenen Bedingung. Geen (ebd.) interpretierte dieses Ergebnis dahingehend, dass beide Persönlichkeitstypen nun nicht mehr ihre optimale Stimulationsdosis erhielten und Introvertierte sogar übererregt waren. Ein ähnliches Experiment könnte auch mit Augmentern und Reducern durchgeführt werden. Ebenfalls in Übereinstimmung mit der Theorie zur Extraversion / Introversion schienen Augmenter auch in der Ruhephase weniger erregt zu sein als Reducer. Dasselbe Ergebnis könnte von Extravertierten aufgrund eines geringeren Arousal erwartet werden. Die diskriminante Validität zur Extra- / Introversion ließe sich überprüfen, indem mittels psychopharmakologischer Einwirkung das Arousalssystem ARAS manipuliert werden würde. Nach Verabreichung von Sedativa wäre für Reducer (die in den hier durchgeführten Experimenten eher hyperaktiv waren) z. B. zu erwarten, dass sie den Augmentern ähnlicher würden, d. h. in den Reaktionszeitaufgaben bessere Leistungen erzielen sollten oder eine herabgesetzte psychophysiologische Reaktivität aufweisen sollten (umgekehrte U-Funktion; siehe Abb. 1.4 auf Seite 34). Augmenter hingegen sollten nach der Einnahme von Stimulantien zu Reducern werden mit schlechteren Leistungen in Einfach-Reaktionszeitaufgaben, einer erhöhten Reaktivität und einer verminderten Suche nach Stimulation. Weiterhin könnten Reducer und Augmenter in einem klassischen Konditionierungsparadigma getestet werden. Von Reducern würde man gemäß der Extraversionstheorie Eysencks erwarten, dass sie eine konditionierte Reaktion (z. B. Lidschlagreaktion) schneller aufbauen als Augmenter. Weitere experimentelle Paradigmen führen beispielsweise Amelang und Ullwer (1991) an.

Die Verwandtschaft zum *Sensation Seeking* ergibt sich aus dem stimulationssuchenden Verhaltensstil der Augmenter: Sie gaben häufiger an, psychoaktive Substanzen einzunehmen, waren schmerztoleranter und wählten beim Radiotest eine höhere Lautstärke. Auch die in Tabelle 1.3 auf Seite 43 angegebenen Arbeiten belegen die deutlichen Zusammenhänge zwischen der RAS und *Sensation Seeking* auf Fragebogenebene. Die diskriminante Validität zum *Sensation Seeking* ließe sich testen, indem die MAO- oder Noradrenalin-Konzentration überprüft werden würde. Beruht *Augmenting-Reducing* (nach der RAS) und *Sensation Seeking* auf den gleichen biologischen Mechanismen, so sollten Augmenter - wie *Sensation Seeker* - eine erniedrigte MAO-Konzentration aufweisen, ebenso wie eine erniedrigte Noradrenalinaktivität. Dem Buch von Zuckerman (1994) sind darüberhinaus vielfältige experimentelle Paradigmen zu entnehmen, die in weiteren Untersuchungen angewendet werden könnten (z. B. in Bezug auf Präferenzen bzgl. Humor oder Kunstwerke).

Auch eine Nähe zum Konzept der *Stärke des Nervensystems* scheint zu bestehen: Zusammen mit der erhöhten Lautstärkeeinstellung im Radiotest, der heraufgesetzten Schmerzschwelle im Hitzeapplikationsexperiment, der geringeren Schmerzempfindung im Druckschmerzexperiment, dem erhöhten Konsum psychoaktiver Substanzen und der erhöhten Hörschwelle spricht die verminderte Reaktivität der Augmenter in Experiment 1 für eine verminderte Sensitivität dieser Personen, wie dies u. a. von Goldman et al. (1983), Kish et al. (1976), Kohn et al. (1986) oder Sales und Throop (1972) proklamiert wird (siehe Tabelle 2.22).

Tab. 2.22. Zusammenhänge zwischen den gefundenen Ergebnissen und der Sensitivität

situative Bedingungen	Ergebnis	Sensitivität
Konsum psychoaktiver Substanzen	A > R	A↓
selbstgewählte Stimulation (Radiotest)	A > R	A↓
Augmenting-Reducing Paradigma (Exp.1)	A < R	A↓
Wärmetoleranz	A > R	A↓
Druckschmerz	A > R	A↓
Audiometrie (Hörschwelle)	A > R	A↓

Im Sinne Nebylitsyns (1972) könnte man sagen: Augmenter waren weniger sensitiv auf Umweltreize; augenscheinlich besitzen sie ein starkes Nervensystem. Das Gegenteil war bei Reducern der Fall: Sie waren sensitiver, was für ein schwaches Nervensystem charakteristisch sein soll (siehe auch Goldman et al., 1983; Kish et al., 1976; Kohn et al., 1986 oder Sales & Throop, 1972). Strelau, für den die Reaktivität (entspricht der Stärke des Nervensystems) ein wesentliches Temperamentsmerkmal darstellt, schlägt zur Reaktivitätsmessung einen sogenannten Reizverarbeitungskoeffizienten (RVK) vor, der sich auf das Verhältnis von Reaktionsstärke zur Reizintensität bezieht (Strelau, 1983). Reagiert eine Person auch auf intensive Reize eher schwach, so besitzt sie einen niedrigen Reizverarbeitungskoeffizienten. Solche Personen sind die hier untersuchten Augmenter. Sie haben offenbar ein starkes Nervensystem mit einer herabgesetzten Sensitivität. Reducer wären gleichzusetzen mit hochreaktiven Personen, d. h. schwachen Nervensystemtypen. Zumindest in Experiment 1 provozierten bei ihnen intensive Reize sehr starke psychophysiologische Reaktionen. Ein zentraler Punkt in der Theorie zur Stärke des Nervensystems ließ sich jedoch nicht bestätigen: Die Reducer, die ein schwaches Nervensystem haben sollten, zeigten keine Transmarginale Inhibition auf Reize hoher Intensität.

Auch in Bezug auf ihren Handlungsstil sind hoch- und niedrigreaktive Personen untersucht worden. Bei Hochreaktiven dominieren die vorbereitenden über die ausführenden Handlungen, Niedrigreaktive hingegen zeigen häufiger ausführende oder „primäre“ Handlungen, die direkt zum Ziel führen. Gleichfalls bevorzugen sie risikobetontes Verhalten bei Entscheidungsspielen und wählen häufiger Berufe und Aktivitäten mit hohem Stimulationsgehalt.



Auch hier lassen sich Parallelen zum Augmenting-Reducing finden: Augmenter zeigten Vorteile bei direkten ausführenden Handlungen (Tapping, Einfach-Reaktionszeitaufgabe) und bevorzugten stärkere Stimulation (z. B. „Radiotest“, häufigere Diskobesuche), während Reducer niedrigstimulative Bedingungen bevorzugten und vorsichtiger bei der Einfach-Reaktionszeitaufgabe agierten. Weitere Versuchsanordnungen könnten aus den osteuropäischen Arbeiten zur Messung der Stärke des Nervensystems entnommen werden. Ein sehr interessantes Experiment wäre beispielsweise die Messung der Reaktionszeit auf Reize unterschiedlicher Intensität (Daum, Hehl & Schugens, 1988; Keuss & Orlebeke, 1977; Strelau, 1983). Es ist bekannt, dass sich Reaktionszeiten mit zunehmender Reizintensität verkürzen. Dies soll bei Personen mit starkem bzw. schwachem Nervensystem jedoch unterschiedlich ausgeprägt sein. Personen mit einem starken Nervensystem sollen auf wenig intensive Reize längere Reaktionszeiten zeigen gegenüber Probanden mit einem schwachen Nervensystem (aufgrund der höheren Sensitivität der Letzteren; siehe Nebylitsyn, 1972). Mit zunehmender Reizintensität sollten sich beide Reaktionszeitverläufe jedoch annähern. Bestimmt wird die Abnahme der Reaktionszeiten meistens über den Steigungskoeffizienten  $\beta$ . Auf Augmenter und Reducer angewendet sollte dies bedeuten, dass Reducer auf niedrig-intensive Reize schnellere Reaktionen zeigen sollten als Augmenter. Bei hoher Reizintensität sollten beide Gruppen dann ähnliche Reaktionszeiten zeigen. Als vermittelnde Mechanismen solcher Reaktionszeitverläufe könnte angenommen werden, dass Augmenter bei niedrig-intensiven Reizen ihre Vorteile bei der motorischen Initiierung z. B. durch eine verlängerte Stimulusevaluation einbüßen würden, wohingegen Reducer durch intensivere Stimulation ihre Nachteile in der Muskelkontraktion verlieren sollten. Ein weiteres Reaktionszeitparadigma aus der Forschung zur Stärke des Nervensystems besteht in der Untersuchung der Reaktionszeitveränderung nach intermittierender Stimulation. Dabei wird die Reaktionszeit nach einer wiederholten Darbietung verschiedener Licht- und Tonreize verglichen mit der Reaktionszeit vor dieser zwischengeschalteten Reizung. Personen mit einem schwachen Nervensystem sollen als Folge dieser Reizbombardierung eine Verlangsamung der Reaktionszeiten aufweisen, Personen mit einem starken Nervensystem hingegen keine Veränderung oder sogar eine Beschleunigung. Als vermittelnder Prozeß gilt dabei das Maß der neuronalen Erschöpfbarkeit. Auf Augmenter und Reducer übertragen wäre zu erwarten, dass Reducer gegenüber Augmentern eine Verlangsamung der Reaktionszeiten aufweisen sollten. Eine unterschiedliche neuronale Erschöpfung bei den verschiedenen Nervensystemtypen macht sich auch das Paradigma „Extinction with reinforcement“ (Löschung durch Verstärkung) zunutze. Es handelt sich dabei um eine Versuchsanordnung, bei der zunächst eine konditionierte Reaktion aufgebaut wird, die dann verglichen wird mit der konditionierten Reaktion nach einer Reihe von CS-UCS-Paarungen. Ein starkes Nervensystem zeichnet sich dadurch aus, dass es auch nach der intermittierenden Stimulation noch eine deutliche konditionierte Reaktion zeigt. Personen mit schwachem Nervensystem dagegen zeigen eine Abnahme oder gar ein Verschwinden der konditionierten Reaktion. Strelau (1983) führt dies auf die Erschöpfung des Nervensystems zurück und der damit

verbundenen einsetzenden Transmarginalen Hemmung. Eine solche Erschöpfung sollte bei den Reducern in stärkerem Maße auftreten als bei den Augmentern.

Noch weitgehend ungeklärt ist der Zusammenhang zwischen Augmenting-Reducing und *Ängstlichkeit* (siehe auch Strelau, 1987). Zumindest in Bezug auf die Angst in bestimmten hochstimulativen Situationen lassen sich Unterschiede erwarten, wie Petrie (1967) anführt: „A burned child does indeed dread fire, but a young child, who has been slightly burned, dreads fire less than one who has been severely burned. It is appropriate to think of the reducer (*Augmenter in diesen Experimenten; Anm. d. Verf.*) after his experience of the suffering from pain as being a slightly burned child, and of the augmenter (*hier Reducer; Anm. d. Verf.*) as being a badly burned child. Hence the augmenter „fears the fire” - and realistically so - more than does the reducer (...) Fear is the augmenters` attitude toward pain, as indeed it is toward sensory bombardment in general.” (p. 21 f.). Petries Theorie zufolge, sollten die hier untersuchten Reducer (Petries Augmenter) in Bezug auf starke Stimulation also eine höhere Zustandsangst aufweisen als Augmenter. Eine solche Hypothese ließe sich relativ einfach überprüfen, indem die aktuelle Angst z. B. mittels des State-Trait Angstinventars (STAI, nach Laux, Glanzmann, Schaffner & Spielberger, 1981) vor, während und nach starker oder schmerzhafter Stimulation erfasst werden würde. Bisher gibt es jedoch keine Studien, die Augmenting-Reducing und Ängstlichkeit in Bezug auf die divergente oder konvergente Validität untersucht haben.

### **5. Der Zusammenhang mit klinischen Störungsbildern**

Augmenting-Reducing ist schon relativ früh mit klinischen Störungsbildern in Zusammenhang gebracht und auf seine Brauchbarkeit als Diagnostikum hin untersucht worden (siehe Kapitel I, Abschnitt 1.3). Hierbei bediente man sich zumeist der EP-Methode (zusammenfassend Barnes, 1976 oder Zuckerman et al., 1980). Es wäre aber ebenso lohnenswert, Augmenting-Reducing nach der RAS in den klinischen Bereich auszudehnen und nach äquivalenten psychopathologischen Erkrankungen (quasi als extremes Augmenting oder extremes Reducing) zu suchen. Interessant wären in dieser Hinsicht sicherlich die Persönlichkeitsstörungen vom antisozialen oder impulsiven Typus (für extremes Augmenting) oder die ängstliche oder selbstunsichere Persönlichkeitsstörung (für extremes Reducing). Eine antisoziale Persönlichkeitsstörung zeigt sich nach den Kriterien des ICD-10 (Weltgesundheitsorganisation, 1993) u. a. in Verhaltensweisen, die als exzessiv stimulations-suchend bezeichnet werden können, wie z. B. das Quälen von Tieren, Diebstahl, impulsives Verhalten, Zerstörungswut, Anzetteln von Schlägereien etc. Selbstunsichere Persönlichkeiten übertreiben beispielsweise potentielle Schwierigkeiten, körperliche Gefahren oder Risiken. Solche Verhaltensweisen erinnern an einen extremen Reducer (siehe auch Barnes, 1985). Aber auch Parallelen zu den affektiven Störungen bieten sich an: Eine unipolare affektive Störung wäre sicherlich am ehesten mit einem extremen Reducing gleichzusetzen. Die manische Störung hingegen entspräche einem „aus dem Ruder gelaufenen“ Augmenting

(Zuckerman et al., 1980). Inwieweit die Dimension Augmenting-Reducing dabei als eine Art Vulnerabilitätsmarker für psychopathologische Erkrankungen betrachtet werden kann, müssen weitere Studien ergeben. Es ist jedoch bekannt, dass bestimmte - bereits vor dem Ausbruch der Erkrankung - vorliegende Persönlichkeitsmerkmale (sogenannte prämorbid Persönlichkeitstypen) zum Ausbruch der Erkrankung beitragen können. So lassen sich beispielsweise nach von Zerssen (1992) im Bereich schwerer affektiver Erkrankungen bestimmte prämorbid Persönlichkeitstypen erkennen: Der Typus Melancholicus und der Typus Manicus. Dabei neigt der Typus Melancholicus zur Ausbildung einer unipolaren affektiven Erkrankung und der Typus Manicus zur Ausbildung einer affektiven Erkrankung mit überwiegend manischen Phasen. Beide Typen lassen sich im Hinblick auf verschiedene Eigenschaften differenzieren (siehe Tabelle 2.23):

Tab. 2.23. *Typische Eigenschaftszüge prämorbid Persönlichkeitstypen bei Patienten mit schweren affektiven Störungen (nach von Zerssen, 1992; S. 75)*

<i>Eigenschaften, die beiden Typen gemein sind: aktiv, gefühlsbetont, warmherzig, tüchtig</i>	
<i>entgegengesetzte Eigenschaften</i>	
<b>Typus Melancholicus</b>	<b>Typus Manicus</b>
beharrlich	unstet
auf Sicherheit bedacht	risikofreudig
besonnen	begeisterungsfähig
pedantisch	großzügig
wenig vital	vital
autoritätsorientiert	eigenständig
nicht originell	originell
konventionell	unkonventionell
einseitig interessiert	vielseitig interessiert
phantasiarm	phantasievoll

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, entsprechen die Eigenschaftskonstellationen des Typus Manicus am ehesten jenen, die von einem Augmenter zu erwarten wären, während der Typus Melancholicus eher einem Reducer zuzuordnen wäre. Vor diesem Hintergrund wären Untersuchungen interessant, die versuchen, Augmenting-Reducing als prädiktive Variable im Rahmen psychischer Störungen zu erheben. Für das Persönlichkeitsmerkmal Sensation Seeking als prämorbid Persönlichkeit ist von Zuckerman (1999) jüngst ein vielversprechender Versuch unternommen worden.

## **Zusammenfassung**

Das Persönlichkeitsmerkmal Augmenting-Reducing beschreibt interindividuelle Unterschiede in der Verarbeitung externer Reize. Dabei gelten Augmenter als Personen, die eintreffende Reize verstärken und Reducer als Personen, die solche Reize abschwächen. Zur Messung von Augmenting-Reducing eignen sich insbesondere die Reducer-Augmenter Skala (RAS) von Vando (1969) und Methode evozierter Potentialverläufe auf Reize unterschiedlicher Intensität von Buchsbaum und Silverman (1968). Das Problem dieser beiden Instrumente besteht in der Postulation unterschiedlicher Verhaltensweisen. Die RAS beschreibt Reducer als Personen, die aufgrund eines postulierten Dämpfungsmechanismus stimulationshaltige Situationen aufsuchen, nach der EP-Methode sollten diese Personen hingegen stimulationshaltige Situationen vermeiden.

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, Augmenter und Reducer (eingeteilt nach der RAS) mittels psychophysiologischer, subjektiver und Verhaltensvariablen in unterschiedlichen Situationen zu testen. In einem ersten Experiment durchliefen beide Persönlichkeitsgruppen (12 Augmenter und 12 Reducer beiderlei Geschlechts) ein akustisches Augmenting-Reducing-Paradigma mit einem breit angelegten Intensitätsbereich (65 - 105dB). Als Stimuli wurde weißes Rauschen dargeboten. Es wurde geprüft, ob nach der RAS eingeteilte Augmenter (Petries Reducer) bei hohen Reizintensitäten einen Amplitudenanstieg in den frühen Komponenten des evozierten Potentials aufweisen und Reducer (Petries Augmenter) hingegen eine Reaktionsabnahme. Weiterhin interessierte der Zusammenhang mit der peripher-physiologischen Reaktivität und den subjektiven Intensitätseinschätzungen. Augmenter zeigten in diesem Experiment entgegen der Erwartung besonders bei hoher Reizintensität eine geringere Reaktivität als Reducer, sowohl in den zentralnervösen, als auch den peripher-physiologischen Variablen. Darüberhinaus beurteilten sie die Reize als weniger laut und weniger unangenehm verglichen mit Reducern. Weiterhin waren sie in einem zusätzlich durchgeführten einfachen Reaktionszeitexperiment deutlich schneller als Reducer. Es wurde ein weiteres Experiment konzipiert, welches zum einen die verminderte Reaktivität der Augmenter im höheren Intensitätsbereich zwischen 85 und 105dB und die Reaktionszeitunterschiede anhand einer größeren Stichprobe replizieren sollte, zum anderen aber darüberhinaus mittels Methoden der Mentalen Chronometrie Aussagen erlauben sollte über Unterschiede in Informationsverarbeitungsprozessen zwischen Augmentern und Reducern. Die verminderte psychophysiologische und subjektive Reaktivität der Augmenter im höheren Intensitätsbereich ließ sich nicht replizieren, obwohl die Stichproben dieses Experiments vergleichbar war mit jenen des ersten Experiments. Darüberhinaus wählten Augmenter in einem sogenannten Radiotest freiwillig mehr Stimulation und gaben an, mehr psychoaktive Substanzen zu konsumieren, als dies Reducer angaben. Die Ergebnisse wurden interpretiert in Bezug auf die Bedeutung des Intensitätsbereichs am Zustandekommen von Reaktivitätsunterschieden. In der Einfach-Reaktionszeitaufgabe zeigten sich allerdings erneut deutliche Reaktionszeitunterschiede zwischen

Augmentern und Reducern. Abermals waren Augmenter signifikant schneller als Reducer und begingen darüberhinaus mehr Commissionsfehler. Anhand eines seriellen Informationsverarbeitungsmodells wurde versucht, die Generierung dieser Reaktionszeitunterschiede einzugrenzen. Die CNV und Herzrate indizierten keine Unterschiede zwischen den Gruppen in der Reaktionsvorbereitungsphase. In den vom imperativen Reiz evozierten Potentialen zeigten sich jedoch Unterschiede: Augmenter wiesen eine höhere  $N_1$ -Komponente auf als Reducer und entwickelten schneller eine  $P_3$  auf sogenannte „Catch“-Trials, d.h. auf Trials, auf die nicht zu reagieren war. Schließlich indizierte das am Unterarm gemessene EMG eine schnellere und stärkere Muskelinnervation der Augmenter. Im Gegensatz zur Einfach-Reaktionszeitaufgabe waren die Unterschiede in einer Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe geringer. Reaktionszeitunterschiede zeigten sich nur in der zweiten Versuchshälfte. Auf psychophysiologischer Ebene konnten Unterschiede nur in der Geschwindigkeit der Muskelinnervation (anhand des EMGs) ermittelt werden: Augmenter bildeten das EMG abermals schneller, jedoch nicht stärker aus als Reducer. Die Ergebnisse wurden interpretiert in Bezug auf eine unterschiedlich angelegte Verhaltenshemmung bei Augmentern und Reducern, die besonders bei einfachen Aufgaben vorhanden zu sein schien. Demnach wiesen Augmenter insbesondere bei sehr einfachen Aufgaben eine geringere Verhaltenshemmung auf. Um dies weiter zu testen, wurden in einem weiteren Experiment kleinere psychomotorische Verhaltenstests dargeboten und erneut eine einfache Reaktionszeitaufgabe, die diesmal jedoch zu Beginn des Experiments dargeboten wurde. Abermals reagierten Augmenter schneller als Reducer, dies war jedoch nur in der Tendenz signifikant. Sehr deutlich hingegen unterschieden sich die Gruppen in einer Tappingaufgabe, bei der es auf eine schnellstmögliche Leistung ankam. Hier erreichten Augmenter über zwei Minuten signifikant mehr Tapps als Reducer. In einer Trackingaufgabe konnten hingegen keine Unterschiede beobachtet werden. Die Ergebnisse wurden interpretiert in Bezug auf eine höhere Leistung der Augmenter nur bei solchen motorischen Aufgaben, bei denen es auf Geschwindigkeit und nicht auf Genauigkeit ankam. Schließlich wurde ein Experiment konzipiert, dessen Ziel es war, die Schmerztoleranz von Augmentern und Reducern zu testen um so auf die Konstruktvalidität der Augmenting-Reducing-Skala zu schließen. Hierbei kam ein Wärmetoleranztest und eine Druckschmerzanzordnung zur Anwendung. Die Ergebnisse zeigten eine deutlich heraufgesetzte Schmerzschwelle und weniger Schmerzempfinden bei den Augmentern, wenngleich in den psychophysiologischen Variablen keine deutlichen Unterschiede zwischen den Persönlichkeitsgruppen bestanden.

Die Ergebnisse wurden interpretiert im Sinne der ursprünglichen Konzeption von Augmenting-Reducing nach Petrie (1967). Demnach waren Augmenter Personen, die eintreffende Reize abschwächten und Reducer Personen, die diese Reize verstärkten. Die proklamierten Unterschiede zwischen diesen Gruppen in der psychophysiologischen Reaktivität schienen jedoch abhängig zu sein von spezifischen experimentellen Bedingungen und weit weniger stabil zu existieren wie die erhobenen Verhaltensdaten. Darüberhinaus wurde eine Erweiterung der Theorie um die Befunde der Reaktionsorganisation und -ausführung vorgeschlagen

und Perspektiven für weitere Forschungsansätze auf dem Gebiet der Stimulus-Intensitäts-Modulation aufgezeigt, insbesondere unter Berücksichtigung der konvergenten und diskriminanten Validität zu anderen biologisch orientierten Temperamentsdimensionen.

### **Literaturverzeichnis**

- Abbott, F. V., Etienne, P., Franklin, K. B., Morgan, M. J. (1992). Acute tryptophan depletion blocks morphine analgesia in the cold-pressor test in humans. *Psychopharmacology*, 108(1-2), 60-66.
- Ackerman, P. T., Holcomb, P. J. & Dykman, R. A. (1984). Effects of reward and methylphenidate on heart rate response morphology of augmenting and reducing children. *International Journal of Psychophysiology*, 1, 301-316.
- Amelang, M. & Breit, C. (1983). Extraversion and rapid tapping: Reactive inhibition or general cortical activation as determinants of performance differences. *Personality and Individual Differences*, 4, 103-105.
- Amelang, M. & Ullwer, U. (1991). Correlations between psychometric measures and psychophysiological as well as experimental variables in studies on extraversion and neuroticism. In J. Strelau & A. Angleitner (Eds.), *Explorations in Temperament* (pp. 287-315). New York: Plenum Press.
- Baker, A. H., Mishara, B. L., Kostin, I. W. & Parker, L. (1976). Kinesthetic aftereffect and personality: A case study of issues involved in construct validation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 34, 1-13.
- Baker, A. H., Mishara, B. L., Kostin, I. W. & Parker, L. (1979). Menstrual cycle affects kinesthetic aftereffect, an index of personality and perceptual style. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 234-246.
- Baltissen, R. & Schwerdtfeger, A. (1999). Augmenters: Are they sensation seekers, extraverts, and strong nervous types? *Posterpräsentation auf der ISSID in Vancouver*.
- Baribeau, J. C., Laurent, J. P. & Braun, C. (1988). Individual differences, the augmenting/reducing effect and selective attention in schizophrenia. *Research Communications in Psychology, Psychiatry and Behavior*, 13, 17-33.
- Baribeau, J. C. & Laurent, J.-P. (1987). The Effect of Selective Attention on Augmenting/Intensity Function of the Early Negative Waves of AEPs. In R. Johnson, J. W. Rohrbaugh & R. Parasuraman (Eds.), *Current Trends in Event-Related Potential Research* (EEG Suppl. 40), 68-75. Elsevier Science Publishers B. V.
- Barnes, G. E. (1976). Individual differences in perceptual reactance: A review of the stimulus intensity modulation individual difference dimension. *Canadian Psychological Review*, 17, 29-52.

- 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. & Fishlinsky, M. (1976). Stimulus intensity modulation, smoking and craving for cigarettes. *Addictive Diseases: An International Journal*, 2, 479-484.
- Barratt, E. S. (1993). The use of anticonvulsants in aggression and violence. *Psychopharmacology Bulletin*, 29, 75-81.
- Barratt, E. S., Pritchard, W. S., Faulk, D. M. & Brandt, M. E. (1987). The relationship between impulsiveness subtraits, trait anxiety, and visual N100 augmenting/reducing: A topographic analysis. *Personality and Individual Differences*, 8, 43-51.
- Bartussek, D. (1984). Extraversion und EEG: Ein Forschungsparadigma in der Sackgasse? Extraversion and EEG: A paradigm at an impasse? In: M. Amelang, H. J. Ahrens (Eds.) *Brennpunkte der Persoenlichkeitsforschung. Band 1*, Hogrefe, Goettingen, 157-189.
- 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*, Hogrefe, Goettingen, 1994, Seiten 93-113.
- Birchall, P. M. & Claridge, G. S. (1979). Augmenting-reducing of the visual evoked potential as a function of changes in skin conductance level. *Psychophysiology*, 16, 482-490.
- Blenner, J. L. (1993). Development of the Stimulus Intensity Modulation Scale. *Journal of Nursing Measurement*, 1, 5-18.
- Blenner, J. L. (1993). Visual evoked potential stimulus intensity modulation and sensation seeking in thrill-seekers. *Personality and Individual Differences*, 14, 455-463.
- 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. & Yingling, C. D. (1993). Modality specificity of evoked potential augmenting/reducing. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology: Evoked Potentials*, 88, 131-142.
- Borge, G. F. (1973). Perceptual modulation and variability in psychiatric patients. *Archives of General Psychiatry*, 29(6): 760-763.
- Boucsein, W. (1992). *Electrodermal activity*. Plenum Press, New York, 1992.



- Braden, W., Haier, R. J. & Space, L. G. (1983). A microcomputer-based system for evoked-potential augmenting/reducing measurements. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 15, 441-445.
- Brebner, J. (1990). Psychological and neurophysiological factors in stimulus-response compatibility. In R. W. Proctor & G. Reeve (Eds.). *Stimulus Response Compatibility* (pp. 241-260). Amsterdam, Netherlands: North-Holland.
- Brebner, J. (1998). Extraversion and the psychological refractory period. *Personality and Individual Differences*, 25, 543-551.
- 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. (1986). Personality factors and inspection time. *Personality and Individual Differences*, 7, 709-714.
- Brebner, J. & Flavel, R. (1978). The effect of catch-trials on speed and accuracy among introverts and extraverts in a simple RT task. *British Journal of Psychology*, 69, 9-15.
- 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. G. & Beauducel, A. (1996). Biopsychological foundations of extraversion: Differential effort reactivity and the differential P300 effect. *Personality and Individual Differences*, 21, 727-738.
- Brown, D., Fenwick, P. & Howard, R. (1989). The contingent negative variation in a Go/No Go avoidance task: Relationships with personality and subjective state. *International Journal of Psychophysiology*, 7, 35-45.
- Bruneau, N., Barthelemy, C., Jouve, J. & Lelord, G. (1986). Frontal auditory-evoked potential augmenting-reducing and urinary homovanillic acid. *Neuropsychobiology*, 16, 78-84.
- 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. (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., Haier, R. J. & Johnson, J. (1986). Augmenting and reducing: Individual differences in evoked potentials. In A. Gale (Ed.), *3: Individual differences and psychopathology* (pp. 117-138). Orlando, FL, USA: Academic Press.
- Buchsbaum, M., Haier, R. J. & Murphy, D. L. (1977). Suicide attempts, platelet monoamine oxidase and the average evoked response. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *56*, 69-79.
- 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. & 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., Silverman, J., Henkin, R. I. & Pfefferbaum, A. (1971). Contrast effects on the auditory evoked response and its relation to psychophysical judgments. *Perception and Psychophysics*, *9*, 379-384.
- Budd, T. W., Barry, R. J., Gordon, E., Rennie, C. & Michie, P. T. (1998). Decrement of the N1 auditory event-related potential with stimulus repetition: Habituation vs. refractoriness. *International Journal of Psychophysiology*, *31*, 51-68.
- Campbell, D. T. & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, *56*, 81-105.
- Campbell, K. B., Baribeau-Brauen, J. & Brauen, C. (1981). Neuroanatomical and physiological foundations of extraversion. *Psychophysiology*, *18*, 263-267.
- Carrillo-de-la-Pena, M. T. (1992). ERP augmenting/reducing and sensation seeking: A critical review. *International Journal of Psychophysiology*, *12*, 211-220.
- Carrillo-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.
- Clapper, R. L. (1990). Adult and adolescent arousal preferences: The Revised Reducer-Augmenter Scale. *Personality and Individual Differences, 11*, 1115-1122.
- 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., 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* (Vol. Oxford Psychology Series 25, pp. 86-131). New York: Oxford University Press.
- Connolly, J. F. (1986). Evoked potential augmenting-reducing: A weak link in the biology-personality chain. *Behavioral and Brain Sciences, 9*, 746-747.
- Connolly, J. F. & Gruzelier, J. H. (1982). A critical examination of augmenting/reducing methodology in schizophrenic patients and controls. *Advances in Biological Psychiatry, 9*, 57-62.
- Connolly, J. F. & Gruzelier, J. H. (1982). Amplitude and latency changes in the visual evoked potential to different stimulus intensities. *Psychophysiology, 19*, 599-608.
- Connolly, J. F. & Gruzelier, J. H. (1986). Persistent methodological problems with evoked potential augmenting-reducing. *International Journal of Psychophysiology, 3*, 299-306.
- Connolly, J. F. & Gruzelier, J. H. (1989). Visual evoked potential augmenting-reducing. *International Journal of Psychophysiology, 7*, 461-462.
- Coursey, R. D., Buchsbaum, M. & Frankel, B. L. (1975). Personality measures and evoked responses in chronic insomniacs. *Journal of Abnormal Psychology, 84*, 239-249.
- Coursey, R. D., Buchsbaum, M. S. & Murphy, D. L. (1979). Platelet MAO activity and evoked potentials in the identification of subjects biologically at risk for psychiatric disorders. *British Journal of Psychiatry, 134*, 372-381.
- Croft, J. R., Baldweg, T., Klugman, A., Mahalingham, A. & Gruzelier, J. G. (1999). Serotonergic integrity in chronic ecstasy users: An ERP investigation. *Posterpräsentation auf der SPR in Granada*.
- Daum, I., Hehl, F. J. & Schugens, M. M. (1988). Construct validity and personality correlates of the Strelau Temperament Inventory. *European Journal of Personality, 2*, 205-216.

- 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, C., Cowles, M. & Kohn, P. (1984). Behavioural and physiological aspects of the augmenting-reducing dimension. *Personality and Individual Differences*, 5, 683-691.
- Deaux, E. (1976). A psychophysiological influence on the choice of illicit drugs. *Physiological Psychology*, 4, 400-404.
- de-Jong, R., Coles, M. G., Logan, G. D. & Gratton, G. (1990). In search of the point of no return: The control of response processes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 164-182.
- Dellu, F., Piazza, P. V., Mayo, W., Le-Moal, M. & Simon, H. (1996). Novelty-seeking in rats: Biobehavioural characteristics and possible relationship with the sensation-seeking trait in man. *Neuropsychobiology*, 34, 136-145.
- Dembroski, T. M., MacDougall, J. M. & Shields, J. L. (1977). Physiologic reactions to social challenge in persons evidencing the Type A coronary-prone behavior pattern. *Journal of Human Stress*, 3, 2-9.
- Dickman, S. J. & Meyer, D. E. (1988). Impulsivity and speed/accuracy tradeoffs in information processing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 274-290.
- Dincheva, E. G. & Piperova-Dalbokova, D. L. (1982). Differences in contingent negative variation (CNV) related to extraversion/introversion. *Personality and Individual Differences*, 3, 447-451.
- Donders, F. C. (1868 / 1969). On the speed of mental processes (W. G. Koster, Trans.). In W. G. Koster (Ed.), *Attention and performance II*. Amsterdam: North Holland.
- Dornic, S. & Ekehammar, B. (1990). Extraversion, neuroticism, and noise sensitivity. *Personality and Individual Differences*, 11, 989-992.
- Doucet, C. & Stelmack, R. M. (1997). Movement time differentiates extraverts from introverts. *Personality and Individual Differences*, 23, 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.
- Dragutinovich, S. (1987a). Australian factorial confirmation of Vando's Reducer-Augmenter Scale. *Personality and Individual Differences*, 8, 489-497.
- Dragutinovich, S. (1987b). Stimulus intensity reducers: Are they sensation seekers, extraverts, and strong nervous types? *Personality and Individual Differences*, 8, 693-704.

- Dragutinovich, S. (1987c). Measurement and definition of changes in the visual evoked potential to different stimulus intensities. *International Journal of Psychophysiology*, 5, 125-133.
- Dubreuil, D. L. & Kohn, P. M. (1986). Reactivity and response to pain. *Personality and Individual Differences*, 1986, 7, 907-909.
- 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.
- Dykman, R. A., Holcomb, P. J., Ackerman, P. T. & McCray, D. S. (1983). Auditory ERP augmentation and methylphenidate dosage needs in attention and reading disordered children. *Psychiatry Research*, 9, 255-269.
- Exposito, J. & Andres-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. (1957). *The dynamics of anxiety and hysteria; an experimental application of modern learning theory to psychiatry*. NY, Frederick A. Praeger (1957).
- Eysenck, H. J. (1962). Figural aftereffects, personality, and inter-sensory comparisons. *Perceptual and Motor Skills*, 405-406.
- Eysenck, H. J. (1967). *The biological basis of personality*. Springfield: Thomas.
- Eysenck, H. J. (Ed.). (1981). *A model for personality*. New York: Springer.
- 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.
- Friedman, J. & Meares, R. A. (1979). Cortical evoked potentials and extraversion. *Psychosomatic Medicine*, 41, 279-286.
- Gaillard, A. W. (1977). The late CNV wave: Preparation versus expectancy. *Psychophysiology*, 14, 563-568.
- Gaillard, A. W. & Näätänen, R. (1973). Slow potential changes and choice reaction time as a function of interstimulus interval. *Acta Psychologica*, 37, 173-186.
- Gale, A. (1969). "Stimulus hunger": Individual differences in operant strategy in a button-pressing task. *Behaviour Research and Therapy*, 7, 265-274.

- Geen, R. G. (1984). Preferred stimulation levels in introverts and extroverts: Effects on arousal and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, *46*, 1303-1312.
- Geen, R. G. (1997). Psychophysiological approaches to personality. In R. Hogan, J. A. Johnson & S. R. Briggs (Eds.), *Handbook of Personality Psychology* (pp. 387-414). San Diego, CA, USA: Academic Press.
- 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.
- Gray, J. A. (1981). A critique of Eysenck's theory of personality. In H. J. Eysenck (Ed.), *A model for personality*. New York: Springer.
- Gupta, S. & Nicholson, J. (1985). Simple visual reaction time, personality and strength of the nervous system: A signal-detection theory approach. *Personality and Individual Differences*, *6*, 461-469.
- Haier, R. J. (1983). Pain sensitivity, evoked potentials, and the dexamethasone suppression test in depressed patients. *Psychiatry Research*, *10*, 201-206.
- Haier, R. J. (1984). Sensation seeking and augmenting-reducing: Does a nerve have nerve? Commentary on Zuckerman. *The Behavioral and Brain Sciences*, *7*, 441-442.
- Haier, R. J., Buchsbaum, M. S., DeMet, E. & Wu, J. (1988). Biological vulnerability to depression: Replication of MAO and evoked potentials as risk factors. *Neuropsychobiology*, *20*, 62-66.
- Haier, R. J., Buchsbaum, M. S. & Murphy, D. L. (1980). An 18-month followup of students biologically at risk for psychiatric problems. *Schizophrenia Bulletin*, *6*, 334-337.
- Haier, R. J., Robinson, D. L., Braden, W. & Williams, D. (1984). Evoked potential augmenting-reducing and personality differences. *Personality and Individual Differences*, *5*, 293-301.
- Hall, R. A., Rappaport, M., Hopkins, H. K., Griffin, R., Silvermann, J. (1970). Evoked response and behavior in cats. *Science*, *170*, 998-1000.
- Hansenne, M. (1999). P300 and personality: An investigation with the Cloninger's model. *Biological Psychology*, *50*, 143-155.
- Hebb, D. O. (1955). Drives and the C. N. S. (conceptual nervous system). *Psychological Review*, *62*, 243-254.
- Hegerl, U. (1994). Event-related potentials in psychiatry: A new perspective. *Pharmacopsychiatry*, *27*, 47-48.

- Hegerl, U., Gallinat, J. & Mrowinski, D. (1994). Intensity dependence of auditory evoked dipole source activity. *International Journal of Psychophysiology*, *17*, 1-13.
- Hegerl, U., Gallinat, J. & Mrowinski, D. (1995). Sensory cortical processing and the biological basis of personality. *Biological Psychiatry*, *37*, 467-472.
- 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., Juckel, G., Schmidt, L. G. & Rommelspacher, H. (1996). Serotonergic ethanol effects and auditory evoked dipole activity in alcoholic and healthy subjects. *Psychiatry Research*, *63*, 47-55.
- 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., Lipperheide, K., Juckel, G., Schmidt, L. G. & et-al. (1995). Antisocial tendencies and cortical sensory-evoked responses in alcoholism. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, *19*, 31-36.
- Hegerl, U., Wulff, H. & Mueller-Oerlinghausen, B. (1992). Intensity dependence of auditory evoked potentials and clinical response to prophylactic lithium medication: A replication study. *Psychiatry Research*, *44*, 181-190.
- Helmers, K. F., Young, S. N. & Pihl, R. O. (1997). Extraversion and behavioral impulsivity. *Personality and Individual Differences*, *23*, 441-452.
- Herzog, T. R. & Weintraub, D. J. (1982). Roundup time at personality ranch: Branding the elusive augmenters and reducers. *Journal of Personality and Social Psychology*, *42*, 729-737.
- 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., Hink, R. F., Schwent, V. L. & Picton, T. W. (1973). Electrical signs of selective attention in the human brain. *Science*, *182*, 177-179.

- 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, USA: The Mit Press.
- Hohnsbein, J., Falkenstein, M. & Hoormann, J. (1998). Performance differences in reaction tasks are reflected in event-related brain potentials (ERPs). *Ergonomics*, *41*, 622-633.
- Houlihan, M., Stelmack, R. & Campbell, K. (1998). Intelligence and the effects of perceptual processing demands, task difficulty and processing speed on P300, reaction time and movement time. *Intelligence*, *26*, 9-25.
- Hummel, H. & Lester, D. (1977). Extraversion and simple reaction time. *Perceptual and Motor Skills*, *45*, 1236.
- Hunt, A. E., Catalano, J. F. & Lombardo, J. P. (1996). Reactivity in extroverts and introverts. *Perceptual and Motor Skills*, *82*, 526.
- Iacono, W. G. (1985). Psychophysiological markers of psychopathology: A review. *Canadian Psychology*, *26*, 96-112.
- Jennings, J. R. (1986). Bodily changes during attending. In M. G. H. Coles, E. Donchin & S. W. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, processes, and applications* (pp. 268-289). New York: The Guilford Press.
- Juckel, G., Csepe, V., Molnar, M., Hegerl, U. & et-al. (1996). Intensity dependence of auditory evoked potentials in behaving cats. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology: Evoked Potentials*, *100*, 527-537.
- Juckel, G. & Hegerl, U. (1994). Evoked potentials, serotonin, and suicidality. *Pharmacopsychiatry*, *27*, 27-29.
- Juckel, G., Molnar, M., Hegerl, U., Csepe, V. & et-al. (1997). Auditory-evoked potentials as indicator of brain serotonergic activity: First evidence in behaving cats. *Biological Psychiatry*, *41*, 1181-1195.
- Juckel, G., Schmidt, L. G., Rommelspacher, H. & Hegerl, U. (1995). The Tridimensional Personality Questionnaire and the intensity dependence of auditory evoked dipole source activity. *Biological Psychiatry*, *37*, 311-317.
- Kaskey, G. B., Salzman, L. F., Klorman, R. & Pass, H. L. (1980). Relationships between stimulus intensity and amplitude of visual and auditory event related potentials. *Biological Psychology*, *10*, 115-125.
- 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.



- Kish, G. B., Frankel, A., Masters, J. J. & Berry, R. A. (1976). Augmenting-reducing and sensation seeking: A test of Sales' hypothesis. *Journal of Clinical Psychology*, 32, 302-305.
- Knight, R. T., Scabini, D. & Woods, D. L. (1989). Prefrontal cortex gating in auditory transmission in humans. *Brain Research*, 504, 338-342.
- 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* (pp. 273-286). New York: Plenum Press.
- Kohn, P. M., Barnes, G. E. & Hoffman, F. M. (1979). Drug-use history and experience seeking among adult male 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, 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.
- Kohn, P. M., Hunt, R. W. & Hoffman, F. M. (1982). Aspects of experience seeking. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 14, 13-23.
- Kok, A. (1997). Event-related-potential (ERP) reflections of mental resources: A review and synthesis. *Biological Psychology*, 45, 19-56.
- 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.
- Krijns, P. W., Gaillard, A. W. K., Van-Heck, G. L. & Brunia, C. H. M. (1994). Personality effects on brain potentials in an S1s2 paradigm. *Personality and Individual Differences*, 16, 561-570.
- Krupski, A. (1975). Heart rate changes during a fixed reaction time task in normal and retarded adult males. *Psychophysiology*, 12, 262-267.

- 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.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P. & Spielberger, C. D. (1981). *Fragebogen zur Erfassung von State- und Trait-Angst (STAI-G)*. Weinheim: Beltz.
- Lehtonen, J. B. (1973). Functional differentiation between late components of visual evoked potentials recorded at occiput and vertex: Effect of stimulus interval and contour. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *35*, 75-82.
- Leuthold, H. & Sommer, W. (1998). Postperceptual effects and P300 latency. *Psychophysiology*, *35*, 34-46.
- Leynes, P. A., Allen, J. D. & Marsh, R. L. (1998). Topographic differences in CNV amplitude reflect different preparatory processes. *International Journal of Psychophysiology*, *31*, 33-44.
- Lolas, F. (1981). Psychophysiology of the reaction time experiment: A factor analytic approach. *Psychiatria Clinica*, *14*, 88-95.
- 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. & et-al. (1987). Hemispheric asymmetry of augmenting/reducing in visual and auditory evoked potentials. *Biological Psychiatry*, *22*, 1413-1416.
- Lolas, F., Etcheberrigaray, R., Elgueta, D. & Camposano, S. (1989). Visual evoked potential (VEP) reducing: A vertex feature of late components. *Research Communications in Psychology, Psychiatry and Behavior*, *14*, 173-176.
- Loveless, N. E. (1983). Event-related Brain Potentials and Human Performance. In A. Gale & J. A. Edwards (Eds.), *Physiological Correlates of Human Behaviour. Vol. II: Attention and Performance*. (pp. 79-97). London: Academic Press.
- Ludwig, A. M., Cain, R. B. & Wikler, A. (1977). Stimulus intensity modulation and alcohol consumption. *Journal of Studies on Alcohol*, *38*, 2049-2056.
- Lukas J. H. (1981). Human augmenting-reducing and sensation seeking. *Psychophysiology*, *19*, 333-334.
- 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. & 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. & Siegel, J. (1977). Cortical mechanisms that augment or reduce evoked potentials in cats. *Science*, *198*, 73-75.
- Lukin, P. R. & Ray, A. B. (1982). Personality correlates of pain perception and tolerance. *Journal of Clinical Psychology*, *38*, 317-320.
- Lutzenberger, W., Elbert, T., Rockstroh, B. & Birbaumer, N. (1985). *Das EEG*. Berlin: Springer.
- Macar, F. & Besson, M. (1985). Contingent negative variation in processes of expectancy, motor preparation and time estimation. *Biological Psychology*, *21*, 293-307.
- 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.
- McCarthy, G. & Donchin, E. (1981). A metric for thought: A comparison of P300 latency and reaction time. *Science*, *211*, 77-80.
- Meyer, D. E., Osman, A. M., Irwin, D. E. & Yantis, S. (1988). Modern mental chronometry. *Biological Psychology*, *26*, 3-67.
- Miller, J., Patterson, T. & Ulrich, R. (1998). Jackknife-based method for measuring LRP onset latency differences. *Psychophysiology*, *35*, 99-115.
- Mullins, J. F. & Lukas, J. H. (1984). Auditory augmenters are sensation seekers - if they attend the stimuli. *Psychophysiology*, *21*, 589.
- Nebylitsyn, V. D. & Gray, J. A. (1972). *Biological bases of individual behavior*. New York: Academic Press.
- Netter, P. & Rammsayer, T. (1989). Serotonergic effects on sensory and motor responses in extraverts and introverts. *International Clinical Psychopharmacology*, *4*, 21-26.
- Neubauer, A. C. (1995). *Intelligenz und Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung*. Wien: Springer.
- O'Connor, K. (1980). Application of the Contingent Negative Variation in Psychophysiology. In I. Martin & P. H. Venables (Eds.), *Techniques in Psychophysiology* (pp. 396-430). New York: John Wiley & Sons.

- O'Connor, K. (1983). Individual Differences in Components of Slow Cortical Potentials: Implications for Models of Information Processing. *Personality and Individual Differences*, 4, 403-410.
- O'Gorman, J. G. (1983). Habituation and Personality. In A. Gale & J. A. Edwards (Eds.), *Physiological correlates of human behaviour* (pp. 45-61). London: Academic Press.
- 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, 553-558.
- Pavlov, I. P. (1927). Conditioned reflexes: an investigation of the physiological activity of the cerebral cortex. *London, Oxford Univ. Press*.
- Petrie, A. (1952). A comparison of the psychological effects of different types of operations on the frontal lobes. *Journal of Mental Science*, 98, 326-329.
- Petrie, A. (1967). Individuality in Pain and Suffering. *Chicago: Chicago Press*.
- Petrie, A. (1974). Reduction or augmentation? Why we need two "planks" before deciding. *Perceptual and Motor Skills*, 39, 460-462.
- Petrie, A., Holland, T. & Wolk, I. (1963). Sensory stimulation causing subdued experience: Audio-analgesia and perceptual augmentation and reduction. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 137, 312-321.
- Picton, T. W. & Hillyard, S. A. (1974). Human auditory evoked potentials: II. Effects of attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 36, 191-200.
- Picton T. W., Woods D. L., Baribeau-Brauen J., Healey T. M. (1977). Evoked potential audiometry. *The Journal of Otolaryngology*, 6, 90-119.
- Plomin, R. & Caspi, A. (1998). DNA and personality. *European Journal of Personality*, 12, 387-407.
- 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. & et-al. (1985). Individual differences in visual event-related potentials: P300 cognitive augmenting/reducing parallels N100 sensory augmenting/reducing. *International Journal of Psychophysiology*, 3, 49-56.
- Pritchard, W. S. (1989). P300 and EPQ/STPI personality traits. *Personality and Individual Differences*, 10, 15-24.

- Pritchard, W. S., Raz, N. & August, G. J. (1987). Visual augmenting/reducing and P300 in autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 17, 231-242.
- Raine, A. (1989). Evoked potential models of psychopathy: A critical evaluation. *International Journal of Psychophysiology*, 8, 29-34.
- Raine, A. (1989). Evoked potentials and psychopathy. *International Journal of Psychophysiology*, 8, 1-16.
- Raine, A. & Jones, F. (1987). Attention, autonomic arousal, and personality in behaviorally disordered children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 15, 583-599.
- Raine, A., Mitchell, D. A. & Venables, P. H. (1981). Cortical augmenting-reducing--modality specific? *Psychophysiology*, 18, 700-708.
- Raine, A. & Venables, P. H. (1984). Electrodermal nonresponding, antisocial behavior, and schizoid tendencies in adolescents. *Psychophysiology*, 21, 424-433.
- Raine, A. & Venables, P. H. (1990). Evoked potential augmenting-reducing in psychopaths and criminals with impaired smooth-pursuit eye movements. *Psychiatry Research*, 31, 85-98.
- Reed, M. A. & Derryberry, D. (1995). Temperament and response processing: Facilitatory and inhibitory consequences of positive and negative motivational states. *Journal of Research in Personality*, 29, 59-84.
- Ridgeway, D. & Hare, R. D. (1981). Sensation seeking and psychophysiological responses to auditory stimulation. *Psychophysiology*, 18, 613-618.
- Robertson, R. J., Gillespie, R. L., Hiatt, E. & Rose, K.-D. (1977). Perceived exertion and stimulus intensity modulation. *Perceptual and Motor Skills*, 45, 211-218.
- Robinson, D. L. (1989). Evoked potential augmenting-reducing: A reply to Connolly and Gruzelier. *International Journal of Psychophysiology*, 7, 453-459.
- Robinson, D. L., Haier, R. J., Braden, W. & Kregel, M. (1984). Evoked potential augmenting and reducing: The methodological and theoretical significance of new electrophysiological observations. *International Journal of Psychophysiology*, 2, 11-22.
- Roesler, F. (1984). Physiologisch orientierte Forschungsstrategien in der Differentiellen und Diagnostischen Psychologie: II. Zur Systematisierung psychophysilogischer Untersuchungen. / Physiologically oriented research strategies in differential and diagnostic psychology: II. Systematization of psychophysilogic investigations. *Zeitschrift fuer Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 5, 7-36.

- Roesler, F., Floessel, F., Keimer-Bonk, M. & Sojka, B. (1991). Psychophysiologische Chronometrie: Die Erfassung von Bahnungs- und Hemmungsprozessen bei der Informationsverarbeitung mit Hilfe hirnelektrischer und elektromyographischer Daten. / Psychophysiological chronometry: Application of electroencephalographic and electromyographic data in the assessment of channeling and inhibition processes in information processing. *Zeitschrift fuer Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 38, 279-306.
- Roger, D. B. & Raine, A. (1984). Stimulus intensity control and personality: A research note. *Current Psychological Research and Reviews*, 3, 43-47.
- Ruch, W., Angleitner, A. & Strelau, J. (1991). The Strelau Temperament Inventory--Revised (STI-R): Validity studies. *European Journal of Personality*, 5, 287-308.
- Sales, S. M. (1971). Need for stimulation as a factor in social behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 19(1): 124-134.
- Sales, S. M. (1972). Need for stimulation as a factor in preferences for different stimuli. *Journal of Personality Assessment*, 36, 55-61.
- Sales, S. M., Guydosh, R. M. & Iacono, W. (1974). Relationship between "strength of the nervous system" and the need for stimulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 29, 16-22.
- 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.
- Sanders, A. F. (1983). Towards a model of stress and human performance. *Acta Psychologica*, 53, 61-97.
- Saxton, P. M., Siegel, J. & Lukas, J. H. (1987). Visual evoked potential augmenting/reducing slopes in cats: II. Correlations with behavior. *Personality and Individual Differences*, 8, 511-519.
- Schandry, R. (1989). Lehrbuch Psychophysiologie. Muenchen: Psychologie Verlags Union, 2., ueberarb. u. erw. Aufl.
- Schechter, G. & Buchsbaum, M. (1973). The effects of attention, stimulus intensity, and individual differences on the average evoked response. *Psychophysiology*, 10, 392-400.
- Schooler, C., Buchsbaum, M. S. & Carpenter, W. T. (1976). Evoked response and kinesthetic measures of augmenting/reducing in schizophrenics: Replications and extensions. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 163, 221-232.

- Siegel, J. (1997). Augmenting and reducing of visual evoked potentials in high- and low-sensation seeking humans, cats, and rats. *Behavior Genetics*, *27*, 557-563.
- Siegel, J. & Driscoll, P. (1996). Recent developments in an animal model of visual evoked potential augmenting/reducing and sensation seeking behavior. *Neuropsychobiology*, *34*, 130-135.
- Siegel, J., Gayle, D., Sharma, A. & Driscoll, P. (1996). The locus of origin of augmenting and reducing of visual evoked potentials in rat brain. *Physiology and Behavior*, *60*, 287-291.
- Siegel, J., Sisson, D. F. & Driscoll, P. (1993). Augmenting and reducing of visual evoked potentials in Roman high- and low-avoidance rats. *Physiology and Behavior*, *54*, 707-711.
- Silverman, J. (1972). Stimulus intensity modulation and psychological dis-ease. *Psychopharmacologia*, *24*, 42-80.
- Soskis, D. A. & Shagass, C. (1974). Evoked potential tests of augmenting-reducing. *Psychophysiology*, *11*, 175-190.
- Spilker, B. & Callaway, E. (1969). "Augmenting" and "reducing" in averaged visual evoked responses to sine wave light. *Psychophysiology*, *6*, 49-57.
- Stark, L. H. & Norton, J. C. (1974). The relative reliability of average evoked response parameters. *Psychophysiology*, *11*, 600-602.
- Stelmack, R. M., Achorn, E. & Michaud, A. (1977). Extraversion and individual differences in auditory evoked response. *Psychophysiology*, *14*, 368-374.
- Stelmack, R. M. & Geen, R. G. (1992). The psychophysiology of extraversion. In A. Gale & M. W. Eysenck (Eds.), *Handbook of Individual Differences: Biological Perspectives* (Vol. Wiley psychophysiology handbooks, pp. 227-254). Chichester: John Wiley & Sons.
- 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.
- Stelmack, R. M. & Michaud-Achorn, A. (1985). Extraversion, attention, and habituation of the auditory evoked response. *Journal of Research in Personality*, *19*, 416-428.
- 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.
- Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extensions of Donders' method. *Acta Psychologica*, *30*, 276-315.
- Strelau, J. (1983). *Temperament - Personality - Activity*. New York: Academic Press.
- Strelau, J. (1987). Personality dimensions based on arousal theories: Search for integration. In J. Strelau & H. J. Eysenck (Eds.), *Personality Dimensions and Arousal. Perspectives on Individual Differences* (pp. 269-283). New York: Plenum Press.
- Strelau, J. (1991). Are psychophysiological/psychophysical scores good candidates for diagnosing temperament/personality traits and for a demonstration of the construct validity of psychometrically measured traits? *European Journal of Personality*, *5*, 323-342.
- 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.
- Ullrich, R. & Ullrich-de-Muynck, R. (1975). The Inventory of Emotions: Structure and factor-analytical examination of stress-induced responses. *Diagnostica*, *21*, 84-95.
- Van-der-Molen, M. W., Somsen, R. J., Jennings, J. R., Nieuwboer, R. T. & et-al. (1987). A psychophysiological investigation of cognitive-energetic relations in human information processing: A heart rate/additive factors approach. *Acta Psychologica*, *66*, 251-289.
- Van-der-Molen, M. W., Somsen, R. J. & Orlebeke, J. F. (1983). Phasic heart rate responses and cardiac cycle time in auditory choice reaction time. *Biological Psychology*, *16*, 255-271.
- Vando, A. (1969). A personality dimension related to pain tolerance. In *Doctorial Dissertation*. New York: 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.
- Van-Kampen, J. & Hundleby, J. D. (1994). An investigation of the associations between augmenting-reducing, reactivity, sensation seeking and body image. *Personality and Individual Differences*, *16*, 373-377.
- Verleger, R. (1997). On the utility of P3 latency as an index of mental chronometry. *Psychophysiology*, *34*, 131-156.



- Vernon, P. A. (E.). (1987). Speed of information-processing and intelligence. *Norwood, NJ, USA: Ablex Publishing Corp.*
- von-Knorring, L. (1978). An experimental study of visual averaged evoked responses (V. AER) and pain measures (PM) in patients with depressive disorders. *Biological Psychology, 6*, 27-38.
- von-Knorring, L. (1978). Visual averaged evoked responses in patients with bipolar affective disorders. *Neuropsychobiology, 4*, 314-320.
- von-Knorring, L. (1982). Effect of imipramine and zimelidine on the augmenting-reducing response of visual-evoked potentials in healthy volunteers. *Advances in Biological Psychiatry, 9*., 81-86.
- von-Knorring, L., Almay, B. G., Johansson, F. & Terenius, L. (1979). Endorphins in CSF of chronic pain patients, in relation to augmenting-reducing response in visual averaged evoked response. *Neuropsychobiology, 5*, 322-326.
- von-Knorring, L. & Johansson, F. (1980). Changes in the augmented-reducer tendency and in pain measures as a result of treatment with a serotonin-reuptake inhibitor--zimelidine. *Neuropsychobiology, 6*, 313-318.
- 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.
- von-Knorring, L. & Perris, C. (1981). Biochemistry of the augmenting-reducing response in visual evoked potentials. *Neuropsychobiology, 7*, 1-8.
- von-Knorring, L., Perris, C. & Ross, S. B. (1980). Serum dopamine- $\beta$ -hydroxylase and the augmenting-reducing response. *Biological Psychiatry, 15*, 397-406.
- von-Zerssen, D. (1992). Der "Typus Manicus" - eine Variante der Zykllothymie? In A. Marneros & M. Philipp (Hrsg.), *Persönlichkeit und Psychische Erkrankung* (Seiten 72-86). Berlin: Springer.
- Voss, U., Kallai, I. & Bauer, W. (1997). Schmerzempfinden und Schmerztoleranz bei Monitoren und Bluntern: Ein Cold Pressor-Test. In E. van-der-Meer, Th. Bachmann, R. Beyer, C. Goertz, H. Hagendorf, B. Krause, W. Sommer, H. Wandke & M. Zießler (Hrsg.). *Experimentelle Psychologie - 39. Tagung experimentell arbeitender Psychologen* (Seite 366). Berlin: Pabst Science Publishers.
- Vulcano, B. A., Barnes, G. E. & Langstaff, P. (1990). Predicting marijuana use among adolescents. *International Journal of the Addictions, 25*, 531-544.

- Weltgesundheitsorganisation (1993). *Internationale Klassifikation Psychischer Störungen: ICD-10, Kapitel V(F); klinisch-diagnostische Leitlinien*. Übersetzt und herausgegeben von H. Dilling, K. Dilling, V. Dittmann, H. J. Freyberger, E. Schulte-Markwort (Vol. 2. korrigierte Auflage). Göttingen: Huber.
- Williams, R. B., Bittker, T. E., Buchsbaum, M. S. & Wynne, L. C. (1975). Cardiovascular and neurophysiologic correlates of sensory intake and rejection: I. Effect of cognitive tasks. *Psychophysiology*, *12*, 427-433.
- Yamaguchi, S. & Knight, R. T. (1990). Gating of somatosensory input by human prefrontal cortex. *Brain Research*, *521*, 281-288.
- Zuckerman, M. (1984). Sensation seeking: A comparative approach to a human trait. *Behavioral and Brain Sciences*, *7*, 413-471.
- Zuckerman, M. (1986). Sensation seeking and augmenting-reducing: Evoked potentials and/or kinesthetic figural aftereffects? *Behavioral and Brain Sciences*, *9*, 749-754.
- Zuckerman, M. (1990). The psychophysiology of sensation seeking. *Journal of Personality*, *58*, 313-345.
- Zuckerman, M. (1991). Biotypes for basic personality dimensions? "The Twilight Zone" between genotype and social phenotype. In J. Strelau & A. Angleitner (Eds.), *Explorations in Temperament* (pp. 129-146). New York: Plenum Press.
- Zuckerman, M. (1994). Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking. *New York: Cambridge University Press*.
- Zuckerman, M. (1999). Vulnerability to psychopathology: A biosocial model. *Washington: American Psychological Association*.
- Zuckerman, M., Buchsbaum, M. S. & Murphy, D. L. (1980). Sensation seeking and its biological correlates. *Psychological Bulletin*, *88*, 187-214.
- Zuckerman, M., Murtaugh, T. & Siegel, J. (1974). Sensation seeking and cortical augmenting-reducing. *Psychophysiology*, *11*, 535-542.
- 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**

Der Anhang enthält:

- die Deutschsprachige Version der R-A-Skala nach Vando
- den Fragebogen zum subjektiv eingeschätzten Verhalten
- den Fragebogen zur Audiometrie (Experiment 2a)
- den Fragebogen zur Computererfahrung (Experiment 3)
- den eingesetzten Händigkeitfragebogen, das Edinburgh Handedness Inventory (Experiment 2b)
- die Inhaltsangabe und „Informed Consent“ zum Experiment 1
- die Inhaltsangabe und „Informed Consent“ zum Experiment 2a
- die Inhaltsangabe und „Informed Consent“ zum Experiment 2b
- die Instruktion zur Toleranzbestimmung (Wärmetoleranz, Experiment 4)
- die Instruktion zur Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe (Experiment 2b)

## ***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)



## Fragebogen zum subjektiv eingeschätzten Verhalten

Code-Nr. \_\_\_\_\_

1.) Leiden Sie an einem Gehörschaden?       ja     nein

2.) Wieviel Stunden schlafen Sie durchschnittlich pro Nacht?

ca. \_\_\_\_\_ Stunden

3.) Wieviel Stunden würden Sie gerne nachts schlafen?

ca. \_\_\_\_\_ Stunden

4.) Wieviele Tassen Kaffee trinken sie durchschnittlich am Tag?

ca. \_\_\_\_\_ Tassen

5.) Rauchen Sie?       ja     nein

Wenn ja, wieviel Zigaretten pro Tag?

ca. \_\_\_\_\_ / Tag

6.) Konsumieren Sie alkoholische Getränke?     ja     nein

Wenn ja, wieviel Liter pro Woche (im Durchschnitt)?

ca. \_\_\_\_\_ l / Woche

7.) Nehmen Sie Medikamente?       ja     nein

Wenn ja, welche?

---

8.) Nehmen Sie gelegentlich Drogen?       ja     nein

Wenn ja, welche?

---

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!!!

## Fragebogen zur Audiometrie

Vp-Code:

Datum:

---

Liebe Versuchsperson!

Nachfolgend finden Sie ein paar Fragen, die für die spätere Audiometrie (= Bestimmung der Hörschwelle) wichtig sind. Bitte füllen Sie diesen Bogen so genau wie möglich aus!

---

1 a) Wie oft gehen Sie in die Disko?

häufig    ab und zu    nie

1 b) Wenn Sie in die Disko gehen, wann waren Sie das letzte mal dort?

Am

2 a) Benutzen Sie öfter einen Walkman?

ja    nein

2 b) Wenn ja, wann haben Sie das letzte Mal einen benutzt?

Am

3.) Bitte geben Sie Ihre Hobbys an!

---

---

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

## Fragebogen zu Computerkenntnissen

1. Haben Sie Erfahrung im Umgang mit Computern?

ja    bißchen    gar nicht

2. Wie oft benutzen Sie einen Computer?

gar nicht    selten    ab und zu    öfter    regelmäßig

3. Wie viele Stunden pro Woche verbringen Sie am Computer?

ca. \_\_\_\_\_ Stunden

4. Haben Sie Erfahrung im Umgang mit der Computermaus?

ja    bißchen    gar nicht

5. Haben Sie Erfahrung im Umgang mit der Computer- bzw. Schreibmaschinentastatur?

ja    bißchen    gar nicht

***vielen Dank für Ihre Mitarbeit!!!***

## Das Edinburgh Handedness Inventory

Experiment:

Vp-Nr.: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_ Geschlecht: M/W, Beruf: \_\_\_\_\_

### HÄNDIGKEITSPRAGEBOGEN

Bitte geben Sie die Hand an, mit der Sie bevorzugt die folgenden Tätigkeiten ausführen. Tragen Sie dafür ein + in die entsprechende Spalte ein.

Wenn die Bevorzugung einer Hand so stark ist, daß Sie nur unter Zwang die andere Hand benutzen würden, tragen Sie ++ in das entsprechende Feld ein.

Sollten Sie sich nicht sicher sein, welcher Hand Sie den Vorzug geben, tragen Sie ein + in beiden Spalten ein.

Einige der Tätigkeiten erfordern den Gebrauch beider Hände. In diesen Fällen ist in Klammern angegeben, für welchen Teil der Tätigkeit die bevorzugte Hand angegeben werden soll.

Bitte beantworten Sie alle Fragen und lassen Sie nur dann eine Zeile frei, wenn Sie keinerlei Erfahrung mit dieser Tätigkeit haben.

	Tätigkeit	links	rechts
1	Schreiben		
2	Zeichnen		
3	Werfen		
4	Schere		
5	Zahnbürste		
6	Messer (ohne Gabel)		
7	Löffel		
8	Besen (obere Hand)		
9	Streichholz anzünden (Streichholz)		
10	Schachtel öffnen (Deckel)		
I	Mit welchem Fuß kicken Sie bevorzugt?		
II	Welches Auge benutzen Sie, wenn Sie nur eines benötigen?		

Händigkeit des Vaters: \_\_\_\_\_  
 Händigkeit der Mutter: \_\_\_\_\_  
 Linkshänder in der Familie bekannt? JA/NEIN

HQ: \_\_\_\_\_ BITTE NICHT AUSFÜLLEN Decit: \_\_\_\_\_

## Inhaltsangabe und „Informed Consent“ Experiment 1

### Liebe Versuchsperson!

Sie nehmen teil an einem Experiment, dessen Ziel es ist, Zusammenhänge zwischen Fragebogendaten und physiologischen Variablen zu erkunden. In einem ersten Teil dieser Studie haben Sie bereits verschiedene Fragebögen bearbeitet. Heute geht es um die Erhebung physiologischer Variablen (Hautleitfähigkeit, EKG, EEG, Augenbewegungen und Atmung). Dazu werden Ihnen die entsprechenden Elektroden angelegt.

Der Versuch ist vollkommen ungefährlich. Nach einer kurzen Ruhephase werden Ihnen unterschiedlich laute Geräusche dargeboten (bis 106 dB). Danach sollen Sie eine Reaktionszeitaufgabe durchführen. Desweiteren werden Sie zu bestimmten Zeitpunkten nach Ihrer Befindlichkeit gefragt.

Wenn Sie noch Fragen zum Versuch haben, fragen Sie bitte den / die Versuchsleiter/in.

### Einwilligung

Hiermit bestätige ich meine freiwillige Teilnahme an dem Experiment „Augmenting / Reducing“. In dieser Untersuchung werde ich unterschiedlich laute Geräusche zu hören bekommen (bis 105 dB) und eine Reaktionszeitaufgabe durchführen. Mir ist bekannt, dass ich jederzeit den Versuch abbrechen kann.

Wuppertal, den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift)

## Inhaltsangabe und „Informed Consent“ Experiment 2a

### **Liebe Versuchsperson!**

Sie nehmen teil an einem Experiment, dessen Ziel es ist, Zusammenhänge zwischen Fragebogendaten und physiologischen Variablen zu erkunden. In einem ersten Teil dieser Studie haben Sie bereits verschiedene Fragebögen bearbeitet. Heute geht es um die Erhebung physiologischer Variablen (Hautleitfähigkeit, Herzrate, Fingerpuls, und Augenbewegungen). Dazu werden Ihnen die entsprechenden Elektroden angelegt.

### ***Was kommt auf Sie zu?***

Die Versuchsreihe ist vollkommen ungefährlich. Zunächst wird ihr Blutdruck gemessen. Nach einer kurzen Ruhephase wird Ihnen dann ein Ton mehrmals dargeboten. Danach folgt eine Darbietung unterschiedlich ansprechender Bilder. Schließlich werden Sie verschieden laute Geräusche zu hören bekommen, von denen die lautesten eine Lautstärke von 105dB(A) erreichen. Dies ist notwendig, um individuelle Unterschiede unter extremen Stimulationsbedingungen beobachten zu können. Desweiteren werden Sie zu bestimmten Zeitpunkten nach Ihrer Befindlichkeit gefragt.

Wenn Sie noch Fragen zum Versuch haben, fragen Sie bitte den / die Versuchsleiter/in.

### **Einwilligung**

Hiermit bestätige ich meine freiwillige Teilnahme am Experiment 2a. Mir ist bekannt, dass ich jederzeit den Versuch abbrechen kann.

Wuppertal, den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift)

## Inhaltsangabe und „Informed Consent“ Experiment 2b

### **Liebe Versuchsperson!**

Sie nehmen teil an einem Experiment, dessen Ziel es ist, Zusammenhänge zwischen Fragebogendaten und physiologischen Variablen zu erkunden. In einem ersten Teil dieser Studie haben Sie bereits verschiedene Fragebögen bearbeitet. Heute geht es um die Erhebung physiologischer Variablen (Hautleitfähigkeit, Herzrate, Fingerpuls, und Augenbewegungen). Dazu werden Ihnen die entsprechenden Elektroden angelegt.

### ***Was kommt auf Sie zu?***

Diese Versuchsreihe ist vollkommen ungefährlich. Zunächst wird Ihr Blutdruck gemessen und es werden Ihnen Elektroden angelegt, um die Hautleitfähigkeit, Herzrate, Muskel- und Augenbewegungen und das EEG zu messen.

Dann sollen Sie an einem Experiment teilnehmen, bei dem Ihre individuelle Toleranz auf einen thermischen Reiz gemessen wird (sehen Sie dazu die entsprechende Instruktion).

Anschließend folgen mehrere Reaktionszeitaufgaben, bei denen Sie so schnell wie möglich auf visuelle Reize reagieren sollen.

Desweiteren werden Sie wieder zu bestimmten Zeitpunkten nach Ihrer Befindlichkeit gefragt.

Wenn Sie noch Fragen zum Versuch haben, fragen Sie bitte den / die Versuchsleiter/in.

### **Einwilligung**

Hiermit bestätige ich meine freiwillige Teilnahme am Experiment 2b. Mir ist bekannt, dass ich jederzeit den Versuch abbrechen kann.

Wuppertal, den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift)

## Instruktion zur Toleranz-Bestimmung

Es folgt ein kurzes Experiment zur Bestimmung der individuellen Toleranz gegenüber einem thermischen Reiz.

Dazu bitten wir Sie, Ihren rechten Unterarm auf die markierte Fläche der Apparatur zu legen. Eine Glühbirne führt zur langsamen und gleichmäßigen Erwärmung der Oberfläche. Die Erwärmung beginnt nach Betätigung des Starthebels. Sie endet, sobald Sie Ihren Arm von der Fläche nehmen und den Hebel loslassen.

### Zum Ablauf des Experiments:

- 1.) Legen Sie Ihren rechten Unterarm auf die farbig markierte Platte.
  - 2.) Warten Sie einen Moment, bis sich die Temperatur der Platte Ihrer Hauttemperatur angepaßt hat (ca. 20-30 sec.)
  - 3.) Starten Sie den Versuch durch Ziehen des Hebels - die Erwärmung beginnt.
  - 4.) Sobald Sie die Wärme als *unangenehm* (aber noch akzeptabel) empfinden, geben Sie mit der linken Hand ein Zeichen: Bewegen Sie dazu bitte kurz Ihren Zeigefinger.
  - 5.) Wird der Wärmereiz für Sie *schmerzhaft*, heben Sie bitte Ihren Arm von der Platte und lassen Sie den Hebel los. Der Versuch wird so beendet.
- Sie haben jederzeit die volle Kontrolle über die Beendigung des Experiments.

Wenn Sie noch weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte jetzt an den Versuchsleiter.



## Die Instruktion zur Mehrfachwahl-Reaktionszeitaufgabe

Im folgenden Experiment wird Ihnen auf dem Bildschirm für eine kurze Zeit eine Zahl dargeboten, auf die Sie möglichst schnell mit einem bestimmten Tastendruck reagieren sollen.

Nach einem Fixationskreuz (+) in der Mitte des Bildschirms leuchtet eine Zahl zwischen 0 und 9 auf:

Erscheint eine gerade Zahl, ist die linke Taste (<) zu drücken; erscheint eine ungerade Zahl, ist die rechte Taste (-) zu drücken!

Also:

0, 2, 4, 6, 8 -> links

1, 3, 5, 7, 9 -> rechts

Bitte versuchen Sie, in der Zeit nach dem Fixationskreuz nicht zu blinzeln.

Legen Sie bitte während des Versuchs Ihre Zeigefinger auf die Zieltasten.  
Reagieren Sie möglichst schnell und vermeiden Sie Fehler.

Wenn Sie keine weiteren Fragen haben, folgt jetzt ein kurzer Trainingsdurchgang.