

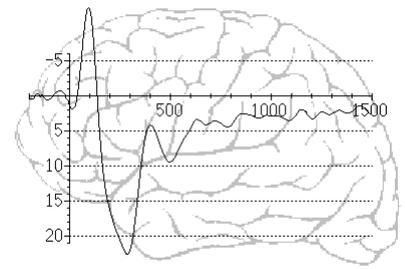
Reizanalyse und Reaktionsorganisation im CNV-Paradigma  
Eine empirische Prüfung des Extraversionsmodells von  
Brebner und Cooper mit Hilfe ereigniskorrelierter Potentiale.

Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktor rer. nat.  
im Fach Psychologie im Fachbereich I der Universität Trier.

vorgelegt von:  
Gabriele Becker

Gutachter:  
Prof. Dr. Dieter Bartussek  
Dr. Ewald Naumann

2000



Die Theorie bestimmt, was wir beobachten können.

Albert Einstein

## *Danke*

Das Erstellen dieser Arbeit war ein langer, manchmal steiniger Weg. All den Menschen, die auf diesem Weg an meiner Seite waren, möchte ich hier meinen herzlichen Dank aussprechen.

Ganz besonders bedanke ich mich bei meinen Betreuern Prof. Dr. Dieter Bartussek und Dr. Ewald Naumann dafür, dass sie mir jederzeit als Ansprech- und Diskussionspartner zur Verfügung standen, mir aber gleichzeitig genügend Freiraum ließen, um mich in der Auseinandersetzung mit dieser Arbeit entwickeln zu können.

Besonders inspirierend und motivierend war für mich der Austausch mit Dr. John Brebner, University of Adelaide, der mir immer wieder mit hilfreichen Anmerkungen und kreativen Ideen Mut gemacht hat.

Allen Mitarbeitern der Abteilung „Methodenlehre“ an der Universität Trier und des Trierer EEG-Labors möchte ich an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung der letzten Jahre meinen Dank aussprechen. Allen voran, kann ich Renate Freudenreich gar nicht genug danken. Sie hat die zweijährige Datenerhebung souverän organisiert und durchgeführt. Viel wichtiger war und ist mir aber ihre tägliche - tatkräftige und emotionale - Unterstützung und Freundschaft. Ohne sie wäre vieles anders gewesen. Bei der Durchführung der Untersuchungen hat mich Helmut Peifer tatkräftig unterstützt. Er stellte mir sein technisches *know how* zur Verfügung und kümmerte sich um die komplette Hardware. Ihm und Joachim Schroer danke ich außerdem für das unermüdliche und zuverlässige Sichern der großen Datenmenge.

Auch meine Kollegen Dr. Stefanie Thelen, Dr. Dirk Hagemann, Dipl.-Psych. Alexander Lürken und Dipl.-Psych. Christoph Schneider haben mir im täglichen Forschungsalltag durch anregende Gespräche und ihre freundschaftliche Unterstützung sehr geholfen.

Jan Seifert danke ich für die Programmierung der Versuchssteuerung der Experimente. Zudem wurde er nicht müde, das Programm EKP-Scan<sup>©</sup> (dessen größter Fan ich noch immer bin!) nach meinen Wünschen zu modifizieren, und nahm sich immer wieder die Zeit, stundenlang mit mir nach den Ursachen für Fehler und Ungereimtheiten zu suchen. Hannes Ruge danke ich für die Programmierung zahlreicher Makros, die mir die Auswertung der Daten sehr erleichtert haben.

Eine solche Untersuchung ist nicht möglich, ohne die Menschen, die sich untersuchen lassen. Unseren Versuchspersonen an dieser Stelle einen herzlichen Dank. Eine solche Untersuchung ist aber ebenfalls nicht möglich, ohne die Menschen, die die Versuche durchführen. Daher bin ich Sabine Christ, Elke Stephan, Johannes Hewig, Vera Ritter und Reinhild Schwarte sehr dankbar für die zahlreichen Stunden im EEG-Labor und die unzähligen Elektroden, die durch ihre Hände gingen. Nicht zuletzt bedanke ich mich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie dem Fachbereich I der Universität Trier für die finanzielle Unterstützung, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Aber auch privat haben viele Menschen mit mir gelitten und zum Gelingen dieser Arbeit maßgeblich beigetragen. Ein Dank von Herzen geht an Thomas Egger, der auf vieles verzichtete und mich dennoch in Liebe ertrug. Ich weiß, es war schwer. Auch Hugues Rolin möchte ich herzlich danken. Er hat mich in all den Jahren nicht nur durch seine Freundschaft gestützt, sondern auch Nächte damit verbracht, diese Arbeit nach alten und neuen Rechtschreibregeln zu überarbeiten.

In Liebe und großer Dankbarkeit denke ich an meine Eltern und Geschwister sowie an alle meine Freunde. Ohne ihre Aufmunterungen und ihr Verständnis wären die letzten Jahre um einiges schwerer gewesen.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Zum Konstrukt der Extraversion</b> .....	<b>5</b>
2.1. Extraversion als Persönlichkeitsmerkmal .....	5
2.2. Pawlows Theorie über die Eigenschaften des Nervensystems.....	7
2.3. Die Inhibitionstheorie von Eysenck .....	8
2.4. Die Arousal-Theorie von Eysenck .....	10
<b>3. The unified model: Das Modell von Brebner und Cooper</b> .....	<b>14</b>
3.1. Die Ausgangssituation der Modellformulierung.....	14
3.2. Das Extraversionsmodell von Brebner und Cooper .....	14
3.3. Empirische Befunde zum Brebner-Cooper-Modell .....	19
3.4. Abschließende Bewertung der empirischen Befundlage .....	25
3.5. Konzeptionelle Schwächen des Brebner-Cooper-Modells .....	27
3.6. Die Prüfung des Modells mit Hilfe elektrophysiologischer Maße.....	28
<b>4. Extraversion und EEG</b> .....	<b>32</b>
4.1. Extraversion und Spontan-EEG .....	32
4.2. Extraversion und ereigniskorrelierte Potentiale .....	34
4.3. Extraversion und akustisch evozierte Hirnstammpotentiale .....	36
4.4. Abschließende Bemerkungen.....	36
<b>5. Langsame Potentiale zur Untersuchung kognitiver Prozesse</b> .....	<b>39</b>
5.1. Einführung.....	39
5.2. Neuronale Generierung der langsamen kortikalen Potentiale.....	41
5.3. Die Relevanz langsamer kortikaler Potentiale für die untersuchte Fragestellung ...	44
5.4. Contingent Negative Variation.....	46
5.5. Die iCNV als Index der Reizanalyse.....	48
5.6. Die tCNV als Index der Reaktionsorganisation .....	49
<b>6. CNV und Extraversion</b> .....	<b>51</b>
<b>7. Ziele der empirischen Untersuchungen</b> .....	<b>58</b>

<b>8. Experiment 1: Variation der Anforderungen an die Reizanalyse im CNV-Paradigma .....</b>	<b>60</b>
8. 1. Fragestellung und Hypothesen .....	60
8. 2. Methode.....	61
8. 2. 1. Auswahl der Versuchspersonen .....	61
8. 2. 2. Berechnung der Stichprobengröße über eine a priori Poweranalyse .....	63
8. 2. 3. Stichprobe.....	63
8. 2. 4. Ablauf der Untersuchung .....	65
8. 2. 5. Reizmaterial .....	65
8. 2. 6. Aufgaben .....	66
8. 2. 7. Reizdarbietung im S1-S2-Paradigma .....	67
8. 2. 8. Datenerfassung.....	69
8. 2. 9. Aufbereitung der physiologischen Daten.....	70
8. 2. 10. Die abhängigen Maße.....	71
8. 2. 11. Statistische Auswertung .....	74
<b>9. Ergebnisdarstellung .....</b>	<b>76</b>
9. 1. Verhaltensdaten .....	76
9. 1. 1. Schwierigkeitsratings .....	76
9. 1. 2. Anzahl der Fehler .....	77
9. 1. 3. Reaktionszeiten.....	77
9. 2. Elektrophysiologische Maße .....	79
9. 2. 1. PCA-Parametrisierung .....	80
9. 2. 2. Baseline .....	84
9. 2. 3. P3.....	85
9. 2. 4. Averageamplituden .....	88
9. 2. 4. 1. Averageamplituden im Zeitbereich der iCNV .....	88
9. 2. 4. 2. Averageamplituden im Zeitbereich der tCNV .....	101
9. 3. Diskussion .....	104
<b>10. Experiment 2: Variation der Anforderungen an die Reaktionsorganisation im CNV-Paradigma .....</b>	<b>110</b>
10. 1. Fragestellung und Hypothesen .....	110
10. 2. Methode.....	111
10. 2. 1. Stichprobe.....	111
10. 2. 2. Ablauf der Untersuchung .....	113
10. 2. 3. Aufgaben .....	113
10. 2. 4. Reizdarbietung im S1-S2-Paradigma .....	115
10. 2. 5. Datenerfassung.....	116
10. 2. 6. Aufbereitung der physiologischen Daten.....	117
10. 2. 7. Die abhängigen Maße.....	118
10. 2. 8. Statistische Auswertung .....	120
<b>11. Ergebnisdarstellung .....</b>	<b>122</b>
11. 1. Verhaltensdaten .....	122

---

11. 1. 1.	Schwierigkeitsratings .....	122
11. 1. 2.	Anzahl der Fehler .....	123
11. 1. 3.	Reaktionszeiten .....	124
11. 1. 4.	Bewegungszeiten bei komplexen Reaktionen.....	125
11. 2.	Elektrophysiologische Maße .....	127
11. 2. 1.	Reizsynchronisierte Potentiale .....	127
11. 2. 1. 1.	PCA-Parametrisierung .....	128
11. 2. 1. 2.	Baseline .....	132
11. 2. 1. 3.	P3-Komponente.....	133
11. 2. 1. 4.	Averageamplituden .....	134
11. 2. 2.	Reaktionssynchronisierte Potentiale .....	141
11. 2. 2. 1.	PCA-Parametrisierung .....	142
11. 2. 2. 2.	Averageamplituden .....	146
11. 3.	Diskussion .....	157
<b>12.</b>	<b>Abschließende Diskussion.....</b>	<b>164</b>
<b>13.</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>170</b>

# 1. Einleitung

Das übergeordnete Ziel der Persönlichkeitspsychologie ist es, individuelle Unterschiede zwischen den Menschen nicht nur zu beschreiben, sondern Erklärungsmodelle zu entwickeln, wie diese Unterschiede zustande kommen und worauf sie zurückzuführen sind. Zwar findet man in der Literatur eine Vielzahl von *Beschreibungsdimensionen*, auf denen sich interindividuelle Unterschiede abbilden lassen, *theoretische Erklärungen* über die biologische Fundierung dieser Merkmale und ihrer Unterschiedlichkeit sind jedoch weit seltener. Eine der Ausnahme bildet das Konzept der Extraversion-Introversion, zu dessen Erklärung einige biologisch orientierte Theorien existieren (Brebner & Cooper, 1974; Eysenck, 1957; Eysenck, 1967; Eysenck, 1982; Gray, 1970).

Diese verschiedenen theoretischen Annahmen haben die empirische Extraversionforschung der letzten Jahrzehnte maßgeblich bestimmt. In einer Vielzahl von Untersuchungen wurde mit Hilfe von Verhaltensmaßen aus den verschiedensten Bereichen versucht, die Vorhersagen, die sich aus den Theorien ableiten lassen, empirisch zu prüfen (z. B. emotionale Reagibilität: Bartussek, Becker, Diedrich, Naumann, & Maier, 1996; Bartussek, Diedrich, Naumann, & Collet, 1993; Lernen: Corr, Pickering, & Gray, 1995; zum Überblick vgl. Eysenck, 1990, 1994; Eysenck & Eysenck, 1985).

All diese Theorien erfuhren im Laufe der Zeit Modifikationen. Dennoch ist die empirische Befundlage bezüglich extraversionbezogener Unterschiede bis heute widersprüchlich geblieben. Viele Untersuchungen haben gezeigt, dass die Ergebnisse stark von den experimentellen Randbedingungen der jeweiligen Studie abhängen und sich meist nur durch das Heranziehen spezifischer Zusatzannahmen erklären lassen. Die Beschränkung auf Verhaltensmaße zur Erfassung von Unterschieden setzt der Untersuchbarkeit der Theorien Grenzen und führt weiterhin zu dem Problem, dass sich zur Erklärung der empirischen Ergebnisse häufig mehrere theoretische Konzepte heranziehen lassen. Ohne die zugrunde liegenden physiologischen Prozesse *direkt* mit einzubeziehen, ist es oft nicht möglich, über die Überlegenheit der einen oder anderen Theorie zu entscheiden.

Aufgrund technischer Entwicklungen ist es heute jedoch möglich geworden, im Rahmen einer *psychophysiologischen Persönlichkeitspsychologie* auch die biologischen Prozesse und neuroanatomischen Strukturen zu untersuchen, von denen man annimmt, dass sie dem Extraversionskonstrukt zugrunde liegen. Das Ziel der psychophysiologischen Extraversionforschung besteht deshalb darin, mit Hilfe physiologischer Maße herauszufinden, in welchen neuroanatomischen, biologischen und physiologischen Substraten sich die interindividuellen Unterschiede manifestieren. Weiterhin soll geklärt werden, nach welchen Mechanismen diese differentiellen Prozesse und Strukturen in beobachtbarem Verhalten wirksam werden.

Eine Schwierigkeit bei der Umsetzung differentialpsychologischer Fragen in psychophysiologische Untersuchungen besteht jedoch darin, dass sich die gängigen Untersuchungsparadigmen der Persönlichkeitspsychologie oft nur schwer übertragen lassen (Bartussek, 1984; Gale, 1973, 1983). Daraus ergeben sich eine Reihe theoretischer und methodischer Schwierigkeiten.

Die größte Herausforderung liegt darin, geeignete physiologische Maße zu identifizieren, die sich sinnvoll mit den persönlichkeits-theoretischen Konzepten in Verbindung bringen lassen (Bartussek, 1984; Gale, 1973; Zuckerman, 1991). Hier wirkt erschwerend, dass verschiedene physiologische Parameter (wie Blutdruck, Herzrate, Hormonausschüttung, Hirnrindenpotentiale etc.) unter Umständen in komplexer Weise miteinander interagieren, jeder einzelne aber einen sehr spezifischen Zusammenhang mit den interessierenden inhaltlich-theoretischen Konzepten aufweisen kann.

Ein zentrales theoretisches Konzept innerhalb der biologischen Extraversionstheorien ist die *kortikale Erregung*. Es wird davon ausgegangen, dass sich Menschen in dem Ausmaß erregender (exzitatorischer) und hemmender (inhibitorischer) Prozesse im Gehirn unterscheiden, und dass dieser Umstand für interindividuelle Unterschiede in beobachtbarem Verhalten verantwortlich ist. Kortikale Erregungs- und Hemmungsprozesse lassen sich mit Hilfe des Elektroenzephalogramms (EEG) als Spannungsveränderungen an der Kopfoberfläche messen. Deshalb hat es viele Versuche gegeben, die Methoden der Elektrophysiologie zu nutzen und extraversionsbezogene Unterschiede in verschiedenen Parametern des EEGs nachzuweisen. Da davon ausgegangen wird, dass Introvertierte und Extravertierte sensorische Reize aus der Umwelt auf unterschiedliche Art und Weise wahrnehmen, erscheint vor allem die Arbeit mit *ereigniskorrelierten Hirnrindenpotentialen* (ereigniskorrelierte Potentiale, EKP) gewinnbringend. Ereigniskorrelierte Potentiale entstehen durch die geordnete Abfolge elektrisch positiver und negativer Spannungsverschiebungen (*Komponenten*) an der Kortexoberfläche, die in einem systematischen Zusammenhang zu dem sie evozierenden Ereignis stehen.

Will man das Extraversionskonzept mit Hilfe ereigniskorrelierter Potentiale untersuchen, braucht man sehr genaue Vorstellungen darüber, welche EKP-Komponenten mit den postulierten Persönlichkeitsunterschieden zusammenhängen sollen. Denn es erscheint in diesem Zusammenhang unbefriedigend, wenn sich differentialpsychologische Forschung darauf beschränkt, physiologische Daten lediglich unter Hinzunahme von Persönlichkeitsvariablen auszuwerten und a posteriori zu betrachten, in welchen Bereichen der elektrokortikalen Reaktionen Unterschiede bestehen. Zwar kann dies im Prozess der Hypothesengenerierung durchaus gewinnbringend sein, jedoch sollte dieses Vorgehen ergänzt werden durch Untersuchungen, in denen spezifische Hypothesen bezüglich der Zusammenhänge theoriegeleitet generiert und empirisch geprüft werden. Dies setzt voraus, dass man in der Lage ist, die theoretischen Vorstellungen und die empirischen Erfahrungen beider Forschungsbereiche sinnvoll miteinander zu verbinden. Weiterhin muss eine Versuchsanordnung bzw. ein Paradigma gefunden werden, welches im Rahmen beider Forschungstraditionen sinnvoll erscheint.

Einige der EKP-Komponenten sind inzwischen in Bezug auf ihre auslösenden Bedingungen, ihre funktionale Bedeutung sowie die informationsverarbeitenden Prozesse, die sie zu indizieren scheinen, relativ gut untersucht. Die meisten dieser Komponenten sind jedoch in hohem Maße Paradigmen-abhängig und variieren stark mit den experimentellen Randbedingungen (z. B. N1-P2: Reizintensität und -modalität; P300: Reizwahrscheinlichkeit, Neuheit; CNV: Informationsgehalt und Erwartbarkeit der Reize). Für die Untersuchung persönlichkeits-

bedingter Unterschiede bedeutet das, dass man die funktionalen Aspekte spezifischer EKP-Komponenten bei der Planung und der Hypothesenbildung stets berücksichtigen muss. Nur durch ein hohes Maß an konzeptueller Klarheit ist man in der Lage, die Validität dieser abhängigen Maße für die entsprechende Fragestellung zu gewährleisten.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht in der empirischen Prüfung des Extraversionsmodells von Brebner und Cooper (Brebner & Cooper, 1974) mit Hilfe ereigniskorrelierter Potentiale. Dieses Modell wurde der Arbeit zugrunde gelegt, weil es eine umfassende Verschmelzung verschiedener theoretischer Konzepte darstellt und den situationalen Aspekt interindividueller Unterschiede betont. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, sehr spezifische Hypothesen für verschiedene Situationen zu generieren.

Zunächst wird das Konstrukt der Extraversion beschrieben und auf die wichtigsten theoretischen Strömungen zur Erklärung dieser stabilen Persönlichkeitseigenschaft eingegangen (**Kapitel 2**). Dabei soll herausgearbeitet werden, mit welchen theoretischen und vor allem empirischen Schwierigkeiten die Erforschung der Extraversion verbunden ist. In **Kapitel 3** wird das Brebner-Cooper-Modell vorgestellt. Nach der Darstellung der Modellannahmen werden empirische Befunde zusammengefasst, die die Stärken, aber auch die Schwächen des Modells auf konzeptueller und empirischer Ebene aufzeigen sollen. Obwohl das Brebner-Cooper-Modell kein psychophysiologisches Modell im engeren Sinne ist, soll gezeigt werden, warum hier davon ausgegangen wird, dass ein umfassender Modelltest erst mit Hilfe elektrokortikaler Maße möglich ist. Bisherige Bemühungen, Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten mit Hilfe elektrophysiologischer Maße nachzuweisen, werden in **Kapitel 4** referiert. Hier sollen einige mögliche Gründe angeboten werden, warum die Befundlage in der elektrophysiologischen Extraversionsforschung bis heute widersprüchlich geblieben ist.

Das Brebner-Cooper-Modell führt Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten auf unterschiedliche exzitatorische und inhibitorische Prozesse im Zusammenhang mit der Analyse von Reizen und der Vorbereitung von Reaktionen in einer spezifischen Situation zurück. In der vorliegenden Arbeit sollen die verschiedenen theoretischen Konzepte des Modells in ein EKP-Paradigma übertragen werden, um sie so einer direkten, möglichst differenzierten Prüfung zugänglich zu machen. In **Kapitel 5** wird vorgeschlagen, dass dies mit Hilfe langsamer kortikaler Potentiale möglich ist. Dabei wird eine spezifische EKP-Komponente, die *Contingent Negative Variation* (CNV), vorgestellt, die mit den Prozessen der Reizanalyse und der Reaktionsorganisation in Verbindung gebracht werden kann. Dies soll anhand empirischer Ergebnisse belegt werden. Im letzten Kapitel (**Kapitel 6**) des theoretischen Teils werden schließlich empirische Befunde über den Zusammenhang des Extraversionskonstruktes mit der *Contingent Negative Variation* zusammengefasst.

Der empirische Teil der Arbeit umfasst zwei Experimente. In **Kapitel 7** werden die Ziele der beiden Untersuchungen kurz dargestellt. Im ersten Experiment (**Kapitel 8 und 9**) wurde die Frage untersucht, wie sich verschiedene kognitive Aufgaben, die in den Anforderungen an die notwendige Reizanalyse variierten, auf die frühe CNV-Komponente (initial CNV) Extraver-

tierter im Vergleich zu Introvertierten auswirkt. Das zweite Experiment beschäftigte sich dagegen mit motorischen Reaktionen unterschiedlicher Komplexität und deren differentiellen Einflüssen auf die spätere CNV (terminal CNV; *Kapitel 10* und *11*). Beide Experimente stellen gemeinsam einen empirischen Test des Brebner-Cooper-Modells dar. Daher werden die Ergebnisse der beiden Untersuchungen zunächst einzeln beschrieben und kurz diskutiert. Eine abschließende Diskussion beider Untersuchungen im Hinblick auf das zugrunde liegende Modell erfolgt schließlich in *Kapitel 12*.

## 2. Zum Konstrukt der Extraversion

### 2.1. Extraversion als Persönlichkeitsmerkmal

*„Der typisch Extravertierte ist gesellig, mag Veranstaltungen gern, hat viele Freunde, braucht Menschen, mit denen er sprechen kann, und ist nur ungern allein. Er sehnt sich nach Anregung, nützt günstige Gelegenheiten stets aus, agiert oft spontan, wagt viel und ist allgemein impulsiv. Er mag handfeste Späße, hat immer eine schnelle Antwort und liebt allgemein Veränderungen; er ist sorglos, leichtmütig, optimistisch, lacht gern und ist gern fröhlich. Er neigt dazu, sich andauernd zu bewegen und Dinge zu tun, aggressiv zu sein und seine Geduld schnell zu verlieren; zusammengefaßt sind seine Gefühle nicht immer unter enger Kontrolle, und er kann nicht immer als zuverlässige Person gekennzeichnet werden.*

*Der typische Introvertierte ist ruhig, eine eher zurückhaltende Person, introspektiv, liebt Bücher mehr als Menschen; er ist reserviert und distanziert, außer bei sehr engen Freuden. Er neigt dazu, Pläne im voraus zu machen, ist behutsam und mißtraut den Impulsen des Moments. Er liebt die Erregung nicht, nimmt die Dinge des täglichen Lebens mit gewisser Ernsthaftigkeit auf und schätzt einen gut geordneten Lebensstil. Er hält seine Gefühle unter enger Kontrolle, verhält sich selten aggressiv und verliert seine Geduld nicht leicht. Er ist zuverlässig, eher pessimistisch und legt großen Wert auf ethische Normen.“ (aus Eggert, 1974, S. 11; zit. n. Amelang & Bartussek, 1997).*

Beschreibungen des Verhaltens, das wir heute als ‚extravertiert‘ bzw. ‚introvertiert‘ bezeichnen, hat es viele gegeben. Sehr frühe Vorläufer solcher Beschreibungen finden sich bereits in der Antike bei den Ärzten Hippokrates (ca. 460 – 377 v. Chr.) und Galenus (129-199 n. Chr.), die von vier Temperamentstypen (Choleriker, Phlegmatiker, Sanguiniker und Melancholiker) ausgingen, um Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Menschen durch kategoriale Klassifikationen zu beschreiben. Diese Typenbeschreibungen wurden Jahrhunderte später von Kant (Kant, 1912 - 18) und anderen aufgegriffen und in das Zentrum der europäischen Psychologie gestellt. Durch Wundt (1903, zit. n. Eysenck, 1987) wurden diese vier Typen dann zum ersten Mal auf zwei kontinuierliche Dimensionen reduziert. Die erste Dimension spannte sich zwischen den Polen ‚Extraversion‘ (cholerisch, sanguin) und ‚Introversion‘ (melancholisch, phlegmatisch), die zweite verband die Extrema ‚stabil‘ (sanguin, phlegmatisch) vs. instabil (melancholisch, cholerisch).

Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurde die Persönlichkeitspsychologie dann zunehmend eine Wissenschaftsrichtung, die sich darum bemühte, die grundlegenden Dimensionen zu identifizieren, mit deren Hilfe sich die menschliche Persönlichkeit in ihrer Gesamtheit sparsam beschreiben lassen sollte. In diesem Zusammenhang sind eine ganze Reihe, in erster Linie faktorenanalytisch begründete Modelle über die grundlegenden Persönlichkeitsstrukturen entstanden (Cattell, 1950; Eysenck, 1947, 1952; Goldberg, 1981; Guilford, 1974 u. a.). Gemeinsam ist diesen Modellen, dass sie von einer hierarchischen Struktur der Persönlichkeit ausgehen. Dazu wurden eine Vielzahl von Verhaltens- und/oder Fragebogendaten mit Hilfe von Faktorenanalysen auf einige Faktoren reduziert, und diese dann im Sinne übergeordneter (bzw. den Eigenschaften und Verhaltensweisen funktional zugrunde liegender) Charakteristika interpretiert (zusammenfassend z. B. Amelang & Bartussek, 1997).

Eines dieser Strukturmodelle hat die Persönlichkeitspsychologie in ganz besonderem Maße beeinflusst und tut es noch heute: das Drei-Faktorenmodell von Eysenck (Eysenck, 1952; Eysenck, 1957; Eysenck, 1967). Wie kein anderer bemühten sich Eysenck und Mitarbeiter um die systematische Erforschung der individuellen Unterschiede menschlichen Verhaltens. Auch Eysenck bediente sich zur Identifizierung seiner drei Grunddimensionen (Extraversion, Neurotizismus, Psychotizismus) der Faktorenanalyse, verband sie dann jedoch in einem hypothetico-deduktiven Vorgehen mit einer unglaublichen Vielzahl experimenteller Untersuchungen, mit denen die aus dem Modell abgeleiteten Hypothesen geprüft wurden. Aufgrund empirischer Ergebnisse aus Untersuchungen zu einer breiten Palette von Verhaltensbereichen wurde sein Modell im Laufe der Jahre modifiziert und spezifiziert (vgl. Abschnitte 2. 3. und 2. 4.).

Eysenck war es dann auch, der über die bloße Beschreibung der Persönlichkeitsdimensionen hinaus ging. Er versuchte, die beobachteten Verhaltensunterschiede zu erklären, indem er funktionale Unterschiede in verschiedenen zentralnervösen Strukturen annahm. Dies führte zur Formulierung seiner Inhibitionstheorie (Eysenck, 1957; vgl. Abschnitt 2. 3.) und später zu einer Modifizierung in der sog. Arousal-Theorie (Eysenck, 1967; vgl. Abschnitt 2. 4.).

Ähnliche Versuche hatte es schon früher gegeben. Der erste, der *kortikale Erregung* als Ursache für extravertiertes und introvertiertes Verhalten annahm, war der österreichische Psychiater Otto Gross (1902, 1909; zit. n. Eysenck, 1987). Er unterschied primäre und sekundäre Funktionen des Gehirns bei der Aktivierung von Gehirnzellen zur Produktion von mentalen Inhalten. Nach der Stärke und Dauer dieser Funktionen unterschied er zwei verschiedene Typen, deren Charakterisierung Jung später für Introvertierte und Extravertierte übernahm (Jung, 1921). Der wohl bekannteste Wissenschaftler, der die Erregung des Nervensystems als Ursache beobachtbarer Verhaltensunterschiede beschrieb, war Pawlow (Pawlow, 1928). Obwohl Pawlows Theorie keine explizite Extraversionstheorie ist und ursprünglich auch nicht zur Erklärung menschlichen Verhaltens formuliert wurde, haben seine Annahmen über die grundlegenden Eigenschaften des Nervensystems die Persönlichkeitspsychologie vor allem im ost-europäischen Raum maßgeblich geprägt.

Da sich das Brebner-Cooper-Modell der Extraversion als eine Verschmelzung der beiden Theorien Eysencks versteht und dabei versucht, die Modellannahmen auch mit Neo-Pawlow'schen Ideen in Einklang zu bringen, sollen diese Theorien in den nächsten Abschnitten dargestellt werden. Alle drei Theorien knüpfen an Konzepte der Erregung (*Exzitation*) und Hemmung (*Inhibition*) an, um Unterschiede im menschlichen Verhalten zu erklären. Exzitation und Inhibition werden dabei als hypothetische Konstrukte verstanden, die sich zwar auf beobachtbare Phänomene beziehen, selbst aber nicht beobachtbar sind (Eysenck, 1967). Weiterhin gehen alle drei Theorien davon aus, dass alle zentral-nervösen Prozesse durch ein genetisch determiniertes und individuell unterschiedliches Verhältnis von zentralnervösen Erregungs- und Hemmungsprozessen charakterisiert sind. Lediglich die Gewichtung der einzelnen Prozesse sowie die Annahmen über mögliche physiologische Quellen

von Inhibition und Exzitation unterscheiden die Modelle im Wesentlichen. Da die Theorien in der Literatur häufig und ausführlich beschrieben worden sind, wird die Darstellung hier nur in aller Kürze erfolgen.

## 2. 2. Pawlows Theorie über die Eigenschaften des Nervensystems

Pawlows Theorie über die Eigenschaften des Nervensystems ist keine als solche formulierte Extraversionstheorie. Einige der dort benutzten Konzepte fanden jedoch später in Extraversionstheorien ihre Entsprechung (Eysenck, 1957).

Über die Beobachtung, dass seine Versuchshunde große individuelle Unterschiede beim Erwerb, der Stabilität sowie der Lösungsresistenz konditionierter Reflexe zeigten, kam Pawlow zu der Überzeugung, dass diese Verhaltensunterschiede auf die Ausprägung und Kombination stabiler Eigenschaften des Nervensystems zurückzuführen seien (Pawlow, 1928). Mitte der dreißiger Jahre übertrug er seine Theorie dann auch auf die Erklärung menschlichen Verhaltens.

Pawlow ging davon aus, dass die Funktionsweise des Gehirns in drei grundlegenden Aspekten variieren kann. Als zentrale Eigenschaft nahm Pawlow die „Stärke des Nervensystems“ (*strenght*) im Hinblick auf exzitatorische Prozesse an. Über die Reagibilität und Dauer zentraler Prozesse bestimmt die Stärke des Nervensystems, wie ausgeprägt die exzitatorischen Reaktionen auf einen Reiz sind, und regelt damit auch, bei welcher Stimulationsstärke das System seine maximale Erregungsschwelle erreicht und in den Zustand *transmarginaler Hemmung*<sup>1</sup> verfällt. Ein starkes Nervensystem (*strong nervous system*) ist demnach in der Lage, ein hohes Aktivitätsniveau auch bei starker und lang anhaltender Stimulation aufrecht zu erhalten, ohne in den Zustand einer protektiven Hemmung zu verfallen. Ein schwaches Nervensystem (*weak nervous system*) reagiert dagegen schon auf moderate Stimulation mit starken exzitatorischen Prozessen, was deutlich schneller zu einer Art ‚neuronalen Erschöpfung‘ führt und eine Herabsetzung der Responsivität zur Folge hat. Dieser von Pawlow beschriebene Aspekt des Nervensystems wurde später mit dem von anderen verwendeten Arousal-Konzept in Verbindung gebracht (Eysenck, 1957; Gray, 1970). Die ausführliche Beschäftigung mit den Arbeiten Pawlows brachte Gray (1970) dazu, ein starkes Nervensystem nach Pawlow mit Extraversion, ein schwaches Nervensystem dagegen mit Introversion in Verbindung zu bringen (dazu auch Mangan, 1982; Strelau, 1983).

Als zweite Eigenschaft beschrieb Pawlow die „Balance“ (*equilibrium*) des Nervensystems als *relative Stärke* der exzitatorischen und inhibitorischen Prozesse. Die absoluten Stärken von Exzitation und Inhibition werden dabei als voneinander unabhängige Charakteristika angenommen (Gray, 1965; Strelau, 1983). Die Balance des Nervensystems ergibt sich dann aus

---

<sup>1</sup> Ein wichtiges Verdienst Pawlows ist die Einführung des Konzeptes der sogenannten *transmarginalen* oder *protektiven* Hemmung (Pawlow, 1928). Pawlow ging davon aus, dass ein schwaches Nervensystem bei starker Stimulation paradoxerweise in einen Zustand reduzierter Aktivität verfällt. Dieser Effekt geht auf einen Prozess aktiver Inhibition zurück, der das Nervensystem vor weiterer und damit zu großer Stimulation beschützen soll.

der individuellen Kombination starker oder schwacher exzitatorischer und inhibitorischer Prozesse.

Die dritte Eigenschaft des Nervensystems nannte Pawlow die „Beweglichkeit zentraler Prozesse“ (*mobility*). *Mobility* beschreibt die Geschwindigkeit und damit die Flexibilität, mit der das Nervensystem durch Inhibition oder Exzitation auf äußere, sich ändernde Einflüsse reagiert. Die Beweglichkeit bestimmt damit ganz maßgeblich, wie gut sich ein Organismus an die ständig wechselnden äußeren Anforderungen anpassen kann.

Interindividuelle Differenzen lassen sich nun nach Pawlow durch die individuelle Ausprägung und Kombination dieser drei zentralnervösen (und dichotom konzipierten) Eigenschaften erklären. Über die Zusatzannahme, dass bestimmte Kombinationen besonders häufig auftreten, kam Pawlow zu der Beschreibung von vier Persönlichkeitstypen. Die Grundannahmen Pawlows wurden später in einigen russischen Arbeitsgruppen vor allem um Teplow (Teplow, 1972) und Nebylitsin (Nebylitsyn, 1972) modifiziert und weiterentwickelt. Sie ersetzen die typologische Temperamentsauffassung durch eine dimensionale Konzeption der drei Eigenschaften und versuchten, die theoretischen Annahmen durch psychophysiologische Messverfahren zu untermauern (dazu auch Strelau, 1983).

### 2.3. Die Inhibitionstheorie von Eysenck

Eysencks erster Erklärungsansatz der Extraversion (Eysenck, 1957) orientierte sich - in Anlehnung an die Lerntheorie von Hull (Hull, 1943) - vor allem am Prozess der *reaktiven Hemmung*. Im Sinne von Hull (1943) und Eysenck (1957) ist reaktive Hemmung als negative Triebkraft (*negative drive*) zu verstehen (d. h. als Tendenz, nicht zu reagieren), die sich langsam und als Funktion der Menge bisheriger Reaktionen aufbaut. Das bedeutet: Fortgesetzte Aktivität führt zum Aufbau von Hemmungspotentialen. Werden diese sehr stark, so wird das gezeigte Verhalten kurzfristig blockiert. Dadurch kommt es zu unwillkürlichen Ruhepausen (*involuntary rest pause*), durch die die Hemmung abklingen kann. Diese unwillkürlichen Pausen führen zu Leistungseinbußen in Form von verlangsamten oder ausgelassenen Reaktionen. Das Konzept der reaktiven Hemmung wird nun in der Inhibitionstheorie in Form von zwei Postulaten zur Erklärung von Verhaltensunterschieden herangezogen:

- ◆ Menschen unterscheiden sich in der Stärke und Geschwindigkeit, mit der sie Exzitation und (dadurch bedingt) Inhibition aufbauen, und in der Geschwindigkeit, mit der Inhibition wieder abgebaut wird (Postulat der individuellen Unterschiede).
- ◆ Menschen, die extravertiertes Verhalten zeigen, bauen Erregungszustände (*excitatory potential*) langsam und in relativ geringer Stärke auf. Gleichzeitig entwickeln sie schnell und starke reaktive Hemmung, die nur langsam wieder verschwindet. Menschen, die introvertiertes Verhalten zeigen, bauen Erregungszustände dagegen schnell und relativ

stark auf. Gleichzeitig entwickeln sie langsam und relativ geringe reaktive Hemmung, die sich außerdem schnell wieder abbaut (typologisches Postulat).<sup>2</sup>

Der maßgebliche Kausalfaktor zur Erklärung individueller Unterschiede ist daher in der Inhibitionstheorie das Erregungs-Hemmungs-Gleichgewicht zu einem gegebenen Zeitpunkt, wobei dieses Gleichgewicht als eindimensionales Konstrukt behandelt wird.

Die Inhibitionstheorie erwies sich jedoch mit einigen Problemen behaftet. Das Konzept der ‚Hemmung‘ war nicht sehr klar bzw. sehr komplex. Zum Zeitpunkt der Theorieformulierung (1957) ging Eysenck noch von folgender Definition aus: Exzitation beschreibt einen kortikalen Prozess unbekannter Art, der die Effizienz des Kortex erhöht, während Inhibition umgekehrt die kortikale Effizienz herabsetzt (Eysenck, 1967, S. 75). Auch den Prozess der reaktiven Hemmung beschrieb er als einen ‚zentralnervösen Prozess ungekannten physiologischen Ursprungs‘. Organischen Substrate für die postulierten Prozesse in Form bestimmter physiologischer Systeme wurden daher nicht expliziert.

Ein weiteres Problem bestand darin, dass sich Exzitation und Inhibition als hypothetische Konstrukte nicht direkt beobachten lassen. Da man nur durch beobachtbares Verhalten auf das Wirken beider Prozesse schließen konnte, erschien es unmöglich, ihre getrennten Einflüsse isoliert zu bestimmen.<sup>3</sup>

Untersucht wurde die Inhibitionstheorie, indem Eysenck und Mitarbeiter eine Reihe von Aufgaben und Tests entwickelten, bei denen man annehmen konnte, dass das Auftreten zentraler Hemmung einen entscheidenden Einfluss auf die Leistung ausüben würde (z. B. Untersuchungen mit dem ‚*pursuit rotor*‘). Eine Vielzahl dieser Untersuchungen werden ausführlich z. B. bei Eysenck (Eysenck, 1952) und Eysenck (1967) beschrieben. Viele Untersuchungen führten zu Ergebnissen, die konform mit der Erwartung waren, dass die Leistung Extravertierter bei andauernden Reaktionsanforderungen stärker durch reaktive Hemmung beeinträchtigt sei als die Leistung Introvertierter. Hier wird allerdings ein Umstand offenkundig, der eine dritte, zentrale Schwierigkeit der Inhibitionstheorie deutlich macht: Die Inhibitionstheorie konnte nur für solche Situationen prüfbare Hypothesen liefern, in denen langandauernd schnelles Verhalten gefordert war, da dies als eine notwendige Voraussetzung zur Auslösung reaktiver Hemmung erschien. Dadurch wurde der Geltungsbereich der Theorie zur Erklärung menschlichen Verhaltens sehr eingeschränkt.

Aufgrund der wachsenden Zahl empirischer Befunde, die die Unzulänglichkeit bzw. den begrenzten Geltungsbereich der Inhibitionstheorie erwiesen, formulierte Eysenck zehn Jahre

---

<sup>2</sup> Fast paradox erscheint hier die Annahme, dass kortikale Exzitation zu eher gehemmtem (introvertiertem) Verhalten führt. Eysenck geht davon aus, dass bei hoher kortikaler Aktivität die Funktionen tieferer Strukturen eher unterdrückt werden, während kortikale Inhibition diese tieferen Strukturen von Kontrolle „befreit“ und sie so verhaltenswirksam werden lässt (Eysenck, 1967, S.76).

<sup>3</sup> Obwohl Eysenck in seiner Inhibitionstheorie davon ausging, dass Leistungseinbußen in einer spezifischen Aufgabe durch reaktive Hemmung zustande kommen, war ihm durchaus bewusst, dass man die gleichen Einbußen auch stets auf ‚*weniger Exzitation*‘ zurückführen kann (Eysenck, 1967, S.80-81).

später eine modifizierte Theorie, die die Inhibitionstheorie weitestgehend ersetzte. Diese *Arousal-Theorie* wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

## 2. 4. Die Arousal-Theorie von Eysenck

In der Arousal-Theorie betrachtet Eysenck (Eysenck, 1967) nicht mehr die reaktive Hemmung als alleinige Ursache individueller Unterschiede. Vielmehr geht er in der Arousal-Theorie davon aus, dass Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten durch Unterschiede im habituellen, kortikalen Erregungsniveau (*Arousal*)<sup>4</sup> zustande kommen. Im Gegensatz zur Inhibitionstheorie werden hier jedoch konkrete physiologische Mechanismen angenommen, die für die Entstehung des kortikalen und differentiellen Arousals verantwortlich gemacht werden.

Die Erregung des Kortex wird ganz maßgeblich von dem sogenannten *aufsteigenden retikulären Aktivierungssystem* (ARAS) bestimmt. Das ARAS ist in der Retikulärformation (v. a. *mesencephalic reticular formation, MRF*) lokalisiert, die wiederum einen Teil des Hirnstamms bildet. Das ARAS wird als eine Art Schaltstelle für die Weiterleitung sensorischer Informationen gesehen: Kollaterale der afferenten sensorischen Bahnen aktivieren das ARAS, welches die Erregung dann an verschiedene Stellen der Großhirnrinde und damit an die weiterverarbeitenden Systeme weitergibt. Kortikale Erregung wird allerdings auch an die *MRF* zurückgemeldet, was hier wiederum dazu führen kann, dass die Erregungsschwellen des ARAS - dem kortikalen Erregungsniveau angemessen - verändert werden. Durch diesen Rückkopplungsmechanismus (*retiko-kortikale Schleife*) beeinflusst die retikuläre Formation die Entstehung und Aufrechterhaltung eines tonischen kortikalen Erregungsniveaus, welches für eine Vielzahl psychologischer Phänomene (wie Emotion, Motivation, Aufmerksamkeit etc. ) verantwortlich gemacht wird (für Details, s. Abschnitt 5. 2.).

Nach der Arousal-Theorie beschreibt die Extraversionsdimension auf physiologischer Ebene in erster Linie Unterschiede in der neuronalen Aktivität der retiko-kortikalen Schleife. Das neurophysiologische Korrelat der Extraversionsunterschiede besteht somit in den unterschiedlichen Erregungsschwellen des ARAS bei Extravertierten im Vergleich zu Introvertierten.

Eysenck schreibt Extravertierten ein habituell zu niedriges kortikales Arousal (in Relation zu einem angenommenen optimalen Erregungsniveau) zu, das auf hohe sensorische Schwellen im ARAS zurückzuführen ist. Durch diese chronische Untererregung benötigen und suchen Extravertierte daher permanent nach zusätzlicher Stimulation, um ein optimales Erregungsniveau erreichen und erhalten zu können. Introvertierte zeichnen sich dagegen durch niedrigere Schwellen des ARAS und damit durch ein höheres habituelles Erregungsniveau aus. Da-

---

<sup>4</sup> Den Terminus ‚*Arousal*‘ verwendet Eysenck nur für die kortikale Erregung durch retikuläre Aktivität im Gegensatz zu ‚*Aktivierung*‘, mit der er die Erregung des autonomen Nervensystems durch Aktivität des Viszeralhirns bezeichnet (Eysenck, 1967, S.233).

durch nehmen sie Reize intensiver wahr, so dass dieselbe Stimulationsmenge und -intensität bei ihnen bereits zu einer Hypererregung führt. Die Annahme einer schnelleren und stärkeren Bildung von Exzitation auf einen Reiz in der Inhibitionstheorie geht in der Arousal-Theorie also in eine eher „chronische“ Konzeption im Sinne eines höheren Erregungsniveaus über.<sup>5</sup>

Direkte Verhaltenskonsequenzen lassen sich aus dieser Theorie jedoch nur mit Hilfe von zusätzlichen Annahmen ableiten. Diese Annahmen sind im Yerkes-Dodson Gesetz (Broadhurst, 1959; Yerkes & Dodson, 1908) formuliert, welches Leistungsfähigkeit als Funktion der Aufgabenschwierigkeit und des individuellen Erregungsniveaus beschreibt. Das Yerkes-Dodson-Gesetz besagt erstens, dass die Leistung in einer spezifischen Aufgabe in einer umgekehrt U-förmigen Beziehung zum Erregungsniveau der Person steht, so dass die Leistung bei einem mittleren Erregungsniveau am besten sein soll. Zweitens wird davon ausgegangen, dass das optimale Erregungsniveau und die Aufgabenschwierigkeit umgekehrt proportional zueinander sind, d. h. je schwieriger die Aufgabe ist, desto niedriger sollte das Erregungsniveau sein, um gute Leistung zu erbringen.

Obwohl sich die Inhibitions- und die Arousal-Theorie oberflächlich sehr ähnlich zu sein scheinen, kommen sie doch in einer ganzen Reihe von Situationen zu abweichenden und sogar entgegengesetzten Vorhersagen bezüglich der Leistungsunterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten. Ein Beispiel ist die sog. *Flimmerverschmelzungsfrequenz* als die kritische Frequenz, bei der eine Abfolge von Lichtreizen als kontinuierliches Licht empfunden wird. Die Inhibitionstheorie sagt vorher, dass Extravertierte höhere Schwellen für die Flimmerverschmelzung besitzen als Introvertierte. Die Wahrnehmung eines Lichtblitzes wird erleichtert, wenn der Wahrnehmungseffekt des vorangegangenen Lichtes herabgesetzt, also gehemmt wird. Da Extravertierte schneller und stärkere reaktive Hemmung aufbauen, können sie bei höheren Frequenzen noch getrennte Lichtblitze wahrnehmen. Bei Introvertierten setzt die reaktive Hemmung dagegen viel später ein, so dass ihnen die Lichtblitze bereits früher als kontinuierliches Licht erscheinen. Die Arousal-Theorie argumentiert hier anders: Kortikale Erregung steigert die Wahrnehmung von Reizen. Da Introvertierte kortikal stärker erregt sind, empfinden sie die Lichtblitze intensiver als Extravertierte. Da man aber weiß, dass die Flimmerverschmelzungsfrequenz proportional zur Reizintensität ist, kommt man zu der Vorhersage höherer Verschmelzungsschwellen bei Introvertierten im Vergleich zu Extravertierten.

Ebenfalls zu entgegengesetzten Vorhersagen kommt man in einer sog. „free response“-Situation, in der Personen nach eigenem Tempo eine Taste drücken sollen. Nach der Inhibitionstheorie würde man erwarten, dass Extravertierte nach mehrmaligem Drücken der Taste schneller reaktive Hemmung aufbauen, was zu einer Zunahme „unwillkürlicher Pausen“ und damit zu einer Reduktion der Reaktionsrate relativ zu Introvertierten führen müsste. Die Arousal-Theorie sagt dagegen vorher, dass Extravertierte in einer Situation mit freier Reak-

---

<sup>5</sup> Da sich keine Unterschiede in der tonischen Erregung zwischen Extravertierten und Introvertierten in Ruhe nachweisen ließen, wurde später davon ausgegangen, dass sich Gruppenunterschiede auf eine unterschiedlich starke Erregbarkeit (*arousability*) zurückführen lassen (z. B. Stelmack & Geen, 1992). Später beschreibt Eysenck Extraversionenunterschiede daher eher als eine „Überreaktion“ bzw. „Unterreaktion“ des ARAS auf den neuronalen Input aus den Kollateralen (Eysenck, 1994).

tionsmöglichkeit über eine hohe Reaktionsrate versuchen, zusätzliche Stimulation zu erlangen, um so ihr zu niedriges kortikales Erregungsniveau anzuheben.

Viele weitere Beispiele ließen sich anführen, um zu verdeutlichen, wie die unterschiedlichen theoretischen Vorannahmen zu verschiedenen Vorhersagen bezüglich der empirischen Ausgänge kommen. Zu beiden der eben dargestellten Beispielen gibt es empirische Belege für die entgegengesetzten Vorhersagen. Unter Berücksichtigung der gesamten Befundlage kommt Eysenck jedoch zu dem Schluss, die Arousal-Theorie sei mit nur sehr wenigen Ausnahmen in der Lage, die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen zur Inhibitionstheorie zu erklären, und zusätzlich noch all jene, die die Inhibitionstheorie nicht hätte erklären können. Die Arousal-Theorie sei daher die stärkere Theorie (Eysenck, 1987).

Die Arousal-Theorie hat die empirische Extraversionsforschung der letzten Jahrzehnte maßgeblich bestimmt. In einer großen Vielzahl von Untersuchungen wurde mit Hilfe von Verhaltensmaßen aus verschiedensten Bereichen (z. B. Leistung, Lernen, Wahrnehmung, soziales Verhalten) versucht, die Vorhersagen, die sich aus der Theorie ableiten lassen, empirisch zu prüfen. Da solche Untersuchungen bereits an vielen Stellen umfassend beschrieben wurden (zum Überblick vgl. Eysenck, 1967, 1990; Eysenck & Eysenck, 1985), wird hier darauf verzichtet.

Auch die Arousal-Theorie ist mit Schwierigkeiten behaftet. Das größte Problem besteht darin, dass es bis heute noch nicht gelungen ist, die angenommenen a priori Unterschiede im Erregungsniveau zwischen den Gruppen zweifelsfrei nachzuweisen und zu quantifizieren. Man kann daher immer nur spekulieren, wie hoch das Arousal-Niveau einer Person (relativ zu ihrem optimalen Erregungsniveau) zu Beginn einer Untersuchung ist und bei welcher Stimulationsintensität transmarginale Hemmung einsetzt. Genauso spekulativ bleibt die Einschätzung über verschiedene experimentelle Aufgaben, da es kaum Möglichkeiten gibt, ihre Schwierigkeit und damit ihren „erregenden“ Gehalt (*arousal potential*) zu objektivieren. Dies führt allerdings dazu, dass nahezu jeder empirische Ausgang mit der Arousal-Theorie in Einklang zu bringen ist, indem man die entsprechenden Annahmen über Erregungsunterschiede zwischen den Gruppen unter Heranziehung des Yerkes-Dodson-Gesetzes post hoc vornimmt. Genaue „Vorher-Sagen“ lassen sich dagegen nur selten treffen.

Eine weitere Schwierigkeit ergab sich erst im Laufe der Forschung. Viele der von verschiedensten Leuten durchgeführten Untersuchungen führten zu widersprüchlichen Befunden und zeigten, dass die Ergebnisse stark von den experimentellen Randbedingungen der jeweiligen Studie abhängen und sich nur durch spezifische Zusatzannahmen erklären lassen. Dies führte in den achtziger Jahren zu einer weiteren Modifikation der Arousal-Theorie in einer sog. „weichen“ Fassung (M. W. Eysenck, 1982). Obwohl diese Modifikation zum Zeitpunkt der Formulierung des Brebner-Cooper-Modells noch nicht in dieser Form vorlag, soll sie im Folgenden kurz beschrieben werden. Dies erscheint vor allem deshalb gerechtfertigt, weil die Notwendigkeit einer verstärkten Berücksichtigung situativer und aufgabenspezifischer Faktoren von Brebner und Cooper bereits 1974 betont wurde.

Auch die „weiche“ Fassung geht davon aus, dass Introvertierte in der Regel ein höheres Arousal aufweisen als Extravertierte. Sie beschreibt Verhaltensunterschiede jedoch nicht mehr als Folge von habituellen Unterschieden im *großflächigen* kortikalen Arousal, sondern nimmt spezifischere Funktionseinheiten im Gehirn an, die - je nach Situation - mit Erhöhung oder Senkung des kortikalen Arousals auf die spezifischen experimentellen Bedingungscharakteristika reagieren (Eysenck & Eysenck, 1985; M. W. Eysenck, 1982). Diese Modifikation beruht auf einer veränderten Sichtweise über die Wirkung erregender Faktoren. Die ursprüngliche Arousal-Theorie ging nämlich davon aus, dass die Effekte *verschiedener* Erreger (wie weißes Rauschen, Schlafentzug, Misserfolgsrückkopplung, Drogen etc.) durch ein einziges, gemeinsames Arousal-System vermittelt werden. Da sie deshalb alle die gleichen Erregungsmechanismen benutzen, sollten sie auch auf der Verhaltensebene zu den gleichen Verhaltensmustern führen. Die „weiche“ Fassung besagt dagegen, dass Leistungsmuster, die durch verschiedene Erreger ausgelöst wurden, einander zwar ähnlich sind (weil sie zum Teil über ein einheitliches Erregungssystem laufen), aber nicht übereinstimmen. Bei jedem spezifischen Erreger müsse man immer noch zusätzlich von einer idiosynkratischen Wirkung durch für diesen Erreger spezifische Funktionseinheiten ausgehen.

Inzwischen gibt es stabilere empirische Stützen für die „weiche“ Fassung als für die ursprüngliche Arousal-Theorie (Eysenck & Eysenck, 1987), denn es konnte gezeigt werden, dass verschiedene Erregungsmanipulationen zwar in ihrer Wirkung auf Verhaltens- und vor allem Leistungsmaße gewisse Ähnlichkeiten zeigen, dass sie jedoch in ihrer Wirkung nicht identisch sind (M. W. Eysenck, 1982). Eysenck schließt daraus, dass es unter Umständen nötig sei, das einheitliche Arousal-Konzept durch Vorstellungen zu ersetzen, die verschiedene Erregungsbegriffe in verschiedenen Mechanismen einbeziehen. Weiterhin sei es durchaus vorstellbar, dass die Effekte der Erregung auf das beobachtbare Verhalten eher indirekter Natur seien, weil kognitive Kontrollsysteme, die auf Rückmeldung der Gegebenheiten in den verschiedenen Erregungssystemen ansprechen, intervenieren.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Arousal-Theorie zwar eine große Zahl empirischer Befunde erklärt, dass sich jedoch trotzdem zunehmend Hinweise darauf ergeben, dass man nicht von ganz generellen Unterschieden zwischen Introvertierten und Extravertierten ausgehen kann, sondern dass sich die Unterschiede im kortikalen Arousal in Abhängigkeit von vielen anderen Faktoren (z. B. Tageszeit) verändern. Es ist daher notwendig, viel mehr als bisher die Wechselwirkungen zwischen Extraversion und den spezifischen Situations- und Aufgabenparametern zu berücksichtigen und außerdem unterschiedliche Effekte bei verschiedenen Leistungsmaßen in Betracht zu ziehen. Diese zusätzlichen Situationsparameter sind wahrscheinlich um so wichtiger, je höher die kognitiven Anforderungen in einer Aufgabe sind, da bei komplexeren Analyse- und Denkprozessen viele andere Faktoren eine moderierende Rolle spielen und der Einfluss der durch Extraversion bedingten Erregungsunterschiede wahrscheinlich eher indirekt ist.

### **3. The unified model: Das Modell von Brebner und Cooper**

#### **3.1. Die Ausgangssituation der Modellformulierung**

Mitte der siebziger Jahre, also zu der Zeit als Brebner und Cooper ihr Modell das erste Mal formulierten, herrschten zwei theoretische Strömungen in der Extraversionsforschung vor: Die westeuropäische Persönlichkeitsforschung wurde durch die verschiedenen theoretischen Überlegungen Eysencks bestimmt, in Osteuropa bildeten sich Arbeitsgruppen, die die Pawlow'schen Ideen weiter entwickelten. Zwar gab es Bemühungen die ursprünglichen Modelle miteinander in Einklang zu bringen (z. B. Gray, 1970), dies geschah allerdings auf einer eher formalen Ebene, indem versucht wurde, Begrifflichkeiten durch weniger spezifische Formulierungen einander anzupassen (dazu Brebner & Cooper, 1974).

Jede dieser Theorien ist in der Lage, eine Vielzahl empirischer Ergebnisse bezüglich der Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten zu erklären. Eine solche Auswahl plausibler Modelle verleitet jedoch auch dazu, jeweils dasjenige Modell zur Erklärung zu bemühen, welches am besten zu den empirischen Daten passt. Dies ist vor allem dann problematisch, wenn der Übergang von einem theoretischen Modell zum anderen auch mit einer Veränderung der angenommenen Erklärungskonzepte und ihrer vermuteten Mechanismen einhergeht. Ein solches „Modell-Shopping“ kann dazu führen, dass man empirische Ausgänge zwar *post hoc* erklären kann, dass aber Uneinigkeit darüber besteht, welche Ergebnisse man in einem spezifischen Experiment *a priori* erwarten würde. Je nachdem welches Erklärungsmodell man zugrunde legt (z. B. charakteristisches Arousal-Niveau oder reaktive Hemmung), kommt man auch zu verschiedenen Vorhersagen bezüglich der zu erwartenden Gruppenunterschiede. Zusätzlich erschwert wird die Situation durch die Beschränkung auf Verhaltensmaße. Ohne die zugrunde liegenden physiologischen Prozesse direkt mit einzubeziehen, ist es oft nicht möglich, über die Überlegenheit der einen oder anderen Theorie zu entscheiden. Häufig führt dies in der Forschungspraxis dazu, dass Hypothesen wenig präzise und ohne spezifische theoretische Fundierung entworfen werden. Diesen Umstand machten Brebner und Cooper (Brebner & Cooper, 1974) an verschiedenen Beispielen deutlich (z. B. Sensorische Deprivation, Vigilanzaufgabe u.a.) und wiesen auf die Gefahr hin, nicht klar zwischen den angenommenen Prozessen der verschiedenen Modelle zu unterscheiden.

#### **3.2. Das Extraversionsmodell von Brebner und Cooper**

Die Situation, dass verschiedene, zum Teil konkurrierende Erklärungsansätze nebeneinander standen, die alle unter bestimmten Bedingungen empirische Stärkung erfuhren, motivierte John Brebner und Christopher Cooper Mitte der siebziger Jahre dazu, ein Extraversionsmodell zu entwerfen, welches sie als Verschmelzung der bisherigen Erklärungskonzepte ver-

stehen (Brebner & Cooper, 1974). Das Ziel war es, ein einheitliches Modell der Persönlichkeit zu schaffen, welches die wesentlichen Aspekte bisheriger Theorien berücksichtigt und miteinander verzahnt und welches in der Lage sein sollte, Verhaltensunterschiede zwischen Introvertierten und Extravertierten konsistent im Kontext der jeweiligen Situation zu erklären. Das Modell integriert in erster Linie die theoretischen Vorstellungen Eysencks (Eysenck, 1957; Eysenck, 1967), lässt jedoch auch die Neo-Pawlow'schen Ideen zu den verschiedenen Eigenschaften des Nervensystems (Gray, 1965; Strelau, 1975) nicht außer Acht.

Das neue Modell wurde an vielen Stellen beschrieben (Brebner, 1983b; Brebner & Cooper, 1974; Brebner & Flavel, 1978; Brebner & Tiivas, 1975; Cooper & Brebner, 1987), eine besonders klare und komprimierte Darstellung findet sich bei Brebner und Cooper (Brebner & Cooper, 1985). Im Folgenden wird das Modell zunächst in seinen Grundzügen beschrieben. Auf einige Punkte des Modells wird anschließend noch etwas detaillierter eingegangen. Dieses Vorgehen wird gewählt, um die Darstellung des Modells nicht unnötig komplex werden zu lassen.

Brebner und Cooper gehen in ihrem Modell von der Annahme aus (vgl. Brebner, 1983; Cooper & Brebner, 1987), dass auf kortikaler Ebene zwei Prozesse unterschieden werden müssen: Prozesse, die im Zusammenhang mit der *Analyse von Reizen* stehen (Reizanalyse), und Prozesse, welche die *Organisation willkürlicher Reaktionen* auf eingegangene Reize steuern (Reaktionsorganisation).<sup>6</sup> Weiterhin gehen sie davon aus, dass zentrale Mechanismen prinzipiell in der Lage sind, sich entweder in einem exzitatorischen (erregten) oder in einem inhibitorischen (gehemmten) Zustand zu befinden. Neu ist jetzt die Annahme, dass beide Zustände sowohl durch Prozesse der Reizanalyse (S-Exzitation und S-Inhibition) als auch durch die kortikale Organisation von Reaktionen (R-Exzitation und R-Inhibition) hervorgerufen werden können.<sup>7</sup> Das bedeutet, dass die Einflüsse von Stimulation und Reaktionsanforderungen unabhängig voneinander sind und sich daher auch unabhängig voneinander entweder exzitatorisch oder inhibitorisch auf zentrale Mechanismen auswirken können. Innerhalb einer konkreten (experimentellen) Situation bestimmt somit das Ungleichgewicht von Exzitation und Inhibition aufgrund von Reizanalyse und Reaktionsorganisation das Erregungsniveau einer Person.

Exzitation und Inhibition werden im Rahmen des Modells operational auf der Verhaltensebene definiert. Exzitation beschreibt die Tendenz, ein Verhalten (und zwar entweder S-Analyse oder R-Organisation) fortzuführen bzw. zu intensivieren, während Inhibition verstanden wird als die Tendenz, das Verhalten abzuschwächen oder zu beenden (wenn die Situation eine andersartige Variation des Verhaltens nicht zulässt).

---

<sup>6</sup> Im Folgenden wird „S-“ für alle reizbezogenen und „R-“ für alle reaktionsbezogenen Prozesse stehen.

<sup>7</sup> Bisher wurde davon ausgegangen, dass zentrale Erregung lediglich durch Stimulation hervorgerufen werden kann, während Inhibition entweder auf mangelnde Stimulation oder im Sinne der reaktiven Hemmung auf sehr hohe Reaktionsanforderungen zurückgehen sollte.

Interindividuelle Unterschiede werden im Brebner-Cooper-Modell dadurch erklärt, in welcher Form der Organismus auf die Prozesse der Reizanalyse bzw. Reaktionsorganisation reagiert: Bei Introvertierten sollen Prozesse der Reizanalyse zu Exzitation (S-Exzitation), Vorbereitung von Reaktionen dagegen zu Inhibition (R-Inhibition) führen. Für Extravertierte wird der umgekehrte Zusammenhang postuliert: Sie reagieren mit Inhibition auf Analyseprozesse (S-Inhibition), aber mit Exzitation auf die Organisation der Reaktionen (R-Exzitation). Introvertierte und Extravertierte sind daher durch ein für sie spezifisches (Un-)Gleichgewicht zwischen exzitatorischen und inhibitorischen Einflüssen charakterisiert, die sich aus den Gegebenheiten der spezifischen Situation ergeben.

Beiden Gruppen gemeinsam ist auch hier das Streben nach einem optimalen Erregungsniveau im Sinne Eysencks (1967). Introvertierte bevorzugen daher nach Brebner Situationen (und erbringen hier besonders gute Leistungen), in denen die aufgabenbezogenen Anforderungen an die Reizanalyse relativ zu den Reaktionsanforderungen groß sind. Extravertierte werden sich dagegen in solchen Situationen besonders um die geforderte Aufgabe bemühen, in denen die Reaktionsanforderungen größer sind als die Analyseanforderungen und somit die resultierende R-Exzitation die S-Inhibition überwiegt. Ist der Organismus allerdings an der Grenze seiner Erregbarkeit angekommen, so führt weitere Reizanalyse und/oder Reaktionsorganisation bei allen Personen zu einer inhibitorischen Gegenregulierung (Brebner, 1983b).<sup>8</sup>

Auf diese Weise versucht das Brebner-Cooper-Modell den vielen empirischen Befunden, die auf Arousal-Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten hinweisen, gerecht zu werden. Allerdings wird hier nicht von einem generell niedrigeren Arousal bei Extravertierten ausgegangen. Vielmehr entsteht das Erregungsniveau (und damit die Reagibilität) einer Person nach dem neuen Modell immer durch die Bilanz von Exzitation und Inhibition aus allen zu einem Zeitpunkt einwirkenden Quellen und ist damit in hohem Maße kontextabhängig. Verhaltensunterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten lassen sich somit immer nur in Abhängigkeit der experimentellen Anordnung bzw. den situationalen Anforderungen an Reizanalyse und Reaktionsorganisation vorhersagen.

Das Modell bemüht sich außerdem, auch das Konzept der *reaktiven Hemmung* zu implementieren: Ausgeführte Reaktionen führen zu Stimulation, da Feedback-Informationen aus den „Effektoren“ sowie über reaktionsbedingte Umgebungsveränderungen an den Organismus zurückgemeldet werden. Diese Informationen erfordern Reizanalyse und führen bei Extravertierten zu *reaktionsvermittelter* S-Inhibition, bei Introvertierten dagegen zu *reaktionsvermittelter* S-Exzitation. Diese wird um so stärker, je höher die Reaktionsrate oder die mit der Reaktion verbundenen Umgebungsänderungen sind. Übersteigt das Ausmaß reaktionsvermittelter S-Inhibition (z. B. in einer Situation mit hoher Reaktionsrate) das Ausmaß der reaktionsbezogenen R-Exzitation bei Extravertierten, so kann es zu Verhaltensmustern kommen, wie sie in den klassischen Untersuchungen zum Nachweis der reaktiven Hemmung beschrieben werden (z. B. zeitweilige Verlangsamung und gelegentliche unwillkürliche Pausen).

---

<sup>8</sup> In dieser Form wird das Konzept des „*Overarousals*“ (Eysenck, 1967) im Modell berücksichtigt.

Introvertierte können dagegen von der reaktionsvermittelten S-Exzitation profitieren, da sie mit ihrer Hilfe die entstehende R-Inhibition bei hoher Reaktionsrate kompensieren können. Die im Brebner-Cooper-Modell postulierten exzitatorischen und inhibitorischen Prozesse sind in Abbildung 1 noch einmal veranschaulicht.

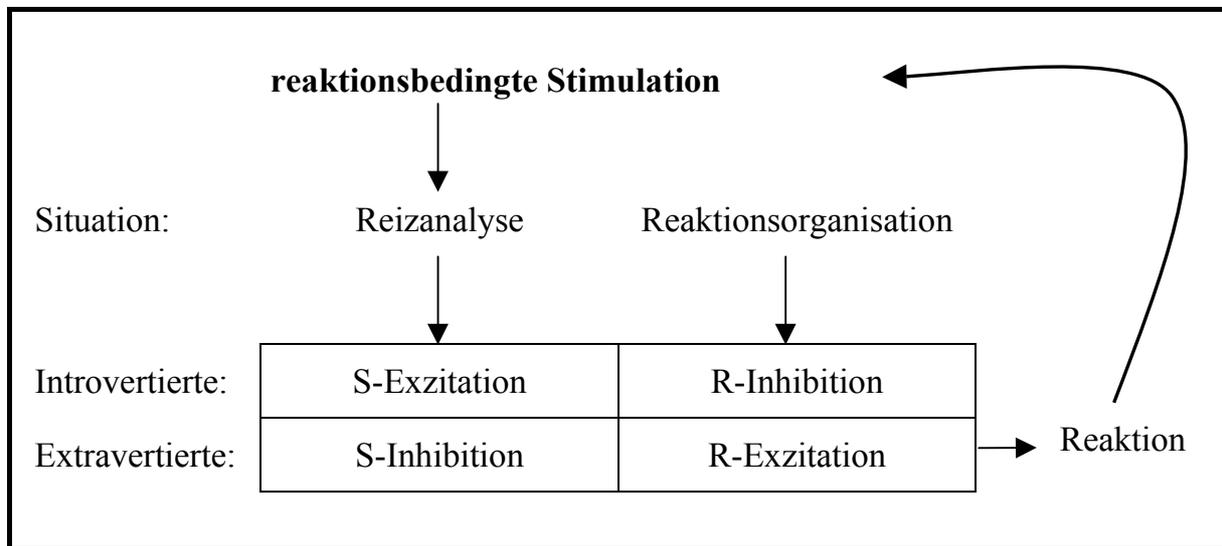


Abbildung 1: Das Brebner-Cooper-Modell (in Anlehnung an Brebner & Cooper, 1985)

Aus dem eben beschriebenen Modell ergeben sich einige Implikationen, die vor allem bei der empirischen Prüfung von Modellvorhersagen berücksichtigt werden müssen. Die exzitatorische oder inhibitorische Wirkung von dargebotenen Reizen und geforderten Reaktionen wird immer durch den Kontext, in dem sie auftauchen – also durch das Auftreten anderer Reize und durch Anforderungen anderer Reaktionen – modifiziert. Jede Aufgabe muss daraufhin betrachtet werden, welche Anforderungen sie an Reizanalyse und/oder Reaktionsorganisation stellt bzw. wie groß die Anforderungen an das eine *relativ* zum anderen sind. Jede Änderung der experimentellen Situation wird die resultierende Exzitations-Inhibitions-Bilanz verändern und somit unter Umständen zu anderen Ergebnissen führen. Bei der Vorhersage von Verhaltensunterschieden zwischen Extravertierten und Introvertierten muss daher immer der gesamte Kontext der experimentellen Situation berücksichtigt werden.

Daraus ergibt sich aber auch, dass man nicht für jede beliebige Situation, klare Verhaltensvorhersagen aus dem Modell ableiten kann. Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten sind vor allem dann zu erwarten, wenn die Situation einen der beiden Prozesse deutlich bevorzugt. In eher ausgewogenen Situationen sind Gruppenunterschiede nur sehr schwer vorherzusagen. Das gleiche gilt für Situationen bzw. Aufgaben, bei denen die relativen Anforderungen an Reizanalyse und Reaktionsorganisation nicht unabhängig voneinander zu bestimmen oder sogar miteinander konfundiert sind.

Nachdem das Modell nun in seinen Grundzügen beschrieben ist, sollen im Folgenden einige Aspekte nochmals aufgegriffen und erläutert werden.

- ◆ Das Modell unterscheidet zwischen Prozessen, die im Zusammenhang mit der Analyse von Reizen stehen, und Prozessen zur Organisation von Reaktionen. Brebner und Cooper zählen in ihrem Modell zu den reizbezogenen Prozessen alle, die mit der sensorischen und kognitiven Verarbeitung eingehender Informationen zu tun haben. Dazu gehören neben der Analyse der experimentell dargebotenen Reize auch diejenigen Prozesse, die mit dem Feedback aus ausgeführten Reaktionen zusammenhängen, da diese wieder ein Reiz-Set darstellen, das der Organismus verarbeitet. Auch die Integration sensorischer Informationen in Perzepte und Konzepte sowie das Herstellen von Reiz-Reaktions-Kontingenzen bei der Auswahl alternativer Reaktionsmöglichkeiten werden zu den reizbezogenen Prozessen gezählt. Reaktionsbezogene Prozesse beziehen sich daher lediglich auf die kortikale Planung und Vorbereitung der *Ausführung* der entsprechenden Reaktionen. Nur diese Aspekte gehören für Brebner und Cooper zur Reaktionsorganisation. Dennoch bleibt es in einigen Situationen schwierig zu entscheiden, welche Prozesse reizbezogen und welche reaktionsbezogen sind.
- ◆ Das Modell geht davon aus, dass zu einem Zeitpunkt gleichzeitig und unabhängig voneinander exzitatorische und inhibitorische Einflüsse wirksam sein können. Diese Konzeption geht auf Pawlow zurück, der Exzitation und Inhibition als unabhängige Eigenschaften des Nervensystems beschrieb (Strelau, 1975). Dies steht im Gegensatz zu der Sichtweise Eysencks, der von einer kontinuierlichen Exzitations-Inhibitions-Dimension ausgeht. Diese beiden theoretischen Auffassungen erschienen bei der Verschmelzung der verschiedenen Richtungen in das neue Modell zunächst problematisch. Der theoretische Konflikt wurde in der Formulierung des Modells dann jedoch auf pragmatische Weise über eine Zusatzannahme gelöst (bzw. vermieden). Diese besagt: Wenn Exzitation und Inhibition voneinander unabhängige Prozesse sind, so sollten sie in Situationen, in denen sie gleichzeitig auf denselben Prozess der Reizanalyse oder Reaktionsvorbereitung einwirken, immer *einander entgegengesetzt* wirken. Mit Hilfe dieser Zusatzannahme kommt man in einer Situation mit definierter Reizanalyse und Reaktionsorganisation zu den gleichen Vorhersagen über die resultierende Balance (bzw. Unbalance) exzitatorischer und inhibitorischer Zustände, egal ob man von einer kontinuierlichen Dimension oder von unabhängigen, funktional gegenläufigen Prozessen ausgeht. Daher kommt Brebner zu der Auffassung, dass die Frage der theoretischen Konzeption in diesem Punkt für die Vorhersage von Verhalten in einer spezifischen Situation nicht von zentraler Bedeutung sei (Brebner, 1983b).
- ◆ In frühen Formulierungen des Brebner-Cooper-Modells (z. B. Brebner & Cooper, 1974; Brebner & Flavel, 1978) erhält man den Eindruck, als würden die entgegengesetzten Verhaltenstendenzen als *immer wirksame* Präferenz zur Analyse („geared to inspect“) im Falle Introvertierter bzw. zur Reaktion („geared to respond“) im Falle Extravertierter beschrieben. Diese sehr anschauliche, aber auch vereinfachende Formulierung musste im Laufe der Zeit relativiert werden. In einem Kommentar zur Publikation von Paisey und

Mangan (Paisey & Mangan, 1982) arbeitete Brebner (Brebner, 1983a) heraus, dass je nach situationalen Gegebenheiten auch umgekehrte Verhaltenstendenzen aus dem Modell ableitbar sind. Er bezieht sich dabei auf eine Untersuchung von Weisen (Weisen, 1965), in der Introvertierte häufiger als Extravertierte versuchten, andauernde starke sensorische Stimulation (laute Musik und farbige Lichter) durch motorische Reaktionen zu unterbrechen und somit nicht „*geared to inspect*“ waren. Paisey & Mangan hatten diesen Befund als Beleg gegen das Brebner-Cooper-Modell gewertet. In Brebners Kommentar dazu wird jedoch deutlich, dass er auch diesen Befund als durchaus mit dem Modell vereinbar sieht. Durch starke S-Exzitation erleben Introvertierte sensorische Stimulation intensiver und daher schneller aversiv als Extravertierte. Da die starke S-Exzitation sie aber in solchen Situationen auch gleichzeitig hoch erregt und responsiv bleiben lässt, werden sie mehr Anstrengungen unternehmen, die aversive Stimulation zu beenden. Extravertierte werden durch starke sensorische Stimulation dagegen S-Inhibition entwickeln, was zu einer geringeren Reaktionsrate führt, selbst wenn dies bedeutet, dass sie unangenehme Reize länger aushalten müssen (die sie aber auch gleichzeitig durch S-Inhibition weniger aversiv erleben als Introvertierte). In diesem Kommentar wird daher zusätzlich deutlich, dass das neue Modell die Annahme unterschiedlicher Reizschwellen bei Introvertierten und Extravertierten nicht etwa angreift, sondern vielmehr mit Hilfe Modell-immanenter Begriffe erklärt.

Im nächsten Abschnitt werden einige exemplarische Untersuchungen aus der Arbeitsgruppe um Brebner referiert, in denen versucht wurde, aus dem Modell abgeleitete Vorhersagen über Verhaltensunterschiede zwischen Introvertierten und Extravertierten in verschiedenen Situationen empirisch zu prüfen. Neben der Darstellung der Ergebnisse soll vor allem veranschaulicht werden, welcher Natur die bisherigen Experimente zum Brebner-Cooper-Modell waren und mit welchen Schwierigkeiten eine empirisch Prüfung des Modells behaftet ist.

### **3. 3. Empirische Befunde zum Brebner-Cooper-Modell**

In einer Reihe von Untersuchungen (Brebner, 1998; Brebner & Cooper, 1974; Brebner & Cooper, 1978; Brebner & Cooper, 1986; Brebner & Flavel, 1978; Katsikitis & Brebner, 1981; Khew & Brebner, 1985; Tiggemann, Winefield, & Brebner, 1982) versuchten Brebner und Mitarbeiter, das Modell empirisch zu testen. In den meisten Experimenten wurde versucht, die Versuchsanordnungen so zu wählen, dass die Ergebnisse in der Lage sein sollten, die aus dem Modell abgeleiteten Hypothesen zu testen und Alternativerklärungen durch andere Theorien auszuschließen. Im Folgenden soll auf einige dieser Untersuchungen näher eingegangen werden.

In der ersten Studie zum Brebner-Cooper-Modell (Brebner & Cooper, 1974) sollte gezeigt werden, dass sich das häufig gefundene Ergebnis längerer Reaktionszeiten und größerer An-

zahl verpasster Signale bei Extravertierten in Vigilanzaufgaben durch Inhibition aufgrund von Reizanalyse (S-Inhibition) in dieser Gruppe erklären lässt. Um Alternativerklärungen auszuschließen, wurde dafür das klassische Vigilanzparadigma modifiziert: Auf Töne (Dauer 1 s), die regelmäßig alle 18 s dargeboten wurden, sollte so schnell wie möglich via Tastendruck reagiert werden. Durch das lange Inter-Stimulus-Intervall (ISI) wurde die Reaktionsrate niedrig gehalten, wodurch das Auftreten reaktiver Hemmung verhindert werden sollte. Durch die hohe Vorhersagbarkeit der Reize wurde die Notwendigkeit der sog. „*observing response*“<sup>9</sup> (Eysenck, 1967, S. 84) reduziert. Damit sollte erreicht werden, dass R-Inhibition weitestgehend ausgeschlossen werden konnte. Etwaige Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten sollten lediglich auf differentielle Reaktionen im Zuge der Reizanalyse zurückzuführen sein.

Es wurde vermutet, dass Extravertierte durch die Reizanalyse einen inhibitorischen Zustand entwickeln. Dadurch sollten die anschließenden Reaktionen beeinträchtigt werden, was sich in längeren Reaktionszeiten und einer höheren Anzahl verpasster Signale niederschlagen sollte. Da nicht von einem habituell unterschiedlichen Arousal-Niveau ausgegangen wurde, sollte sich dieser Effekt jedoch erst im zeitlichen Verlauf über die 100 Trials zeigen (1. Testhälfte vs. 2. Testhälfte).

Acht Extravertierte (MPI-Werte: 35-46) und acht Introvertierte (MPI-Werte: 2-11) nahmen an der Untersuchung teil. Die varianzanalytische Auswertung ergab in diesem ersten Experiment bezüglich der Reaktionszeiten weder für die Faktoren EXTRAVERSION und TESTHÄLFTE, noch für deren Interaktion ein statistisch bedeutsames Ergebnis. Lediglich im Trend war eine Zunahme der Reaktionszeiten bei Extravertierten von der ersten zur zweiten Testhälfte zu beobachten. Erst bei einer Verlängerung der Aufgabe auf 150 Trials in einem Folgeexperiment (N = 16) wurde die Interaktion zwischen EXTRAVERSION und TESTHÄLFTE signifikant [ $F(1,14) = 8.76$ ,  $\omega^2 = .13$ ]: In der zweiten Testhälfte verlangsamten sich die Reaktionen Extravertierter (im Mittel um 32 ms), während dieser Effekt bei Introvertierten nicht auftrat.

Bezüglich der Anzahl verpasster Signale sind die Ergebnisse schwach. Nur wenige Versuchspersonen verpassten überhaupt einige Signale. Zwar berichten die Autoren in beiden Experimenten über signifikante Rangkorrelationen zwischen den Fragebogenwerten und der Anzahl verpasster Signale, jedoch sind diese Korrelationen aufgrund der erfolgten Extremgruppen-Auswahl nur bedingt interpretierbar.

Die Autoren werten diese Befunde als klaren Beleg dafür, dass die aus der Reizanalyse resultierende Inhibition zu einer Senkung der Reaktionsbereitschaft bei Extravertierten geführt hat und dass dieser Effekt nicht durch Unterschiede im Allgemeinen Arousal-Niveau erklärt werden kann.

Das dargestellte Experiment und die gezogenen Schlüsse erscheinen in einigen Punkten problematisch. Neben der Tatsache, dass die Prozesse im Zusammenhang mit der Vorberei-

---

<sup>9</sup> Eysenck versteht unter „*observing response*“ das aktive Aufrechterhalten eines Bereitschaftszustandes, der es ermöglicht, auch seltene und geringe Veränderungen in der Umgebung zu entdecken und auf sie zu reagieren.

tung der Reaktionen hier völlig außer Acht gelassen wurden, stellt sich vor allem die generelle Frage, ob das Drücken einer Taste auf ein einfaches, darüber hinaus noch antizipierbares Tonsignal überhaupt so große Anforderungen an die Reizanalyse stellt, wie nötig wäre, um bei Extravertierten einen Zustand der S-Inhibition hervorzurufen. Weiterhin wird aus der Untersuchung nicht deutlich, warum der aus der Reizanalyse resultierende Inhibitionseffekt bei Extravertierten im zeitlichen Verlauf zunehmen sollte: Durch das ISI von 18 s sollte erreicht werden, dass ein inhibitorischer Einfluss nach erfolgtem Tastendruck bis zum nächsten Reiz wieder auf ein Ausgangsniveau zurückgehen und so nicht in den nächsten Trial hineinwirken sollte. Es ist nicht einsichtig, warum dasselbe Abklingen nicht auch für die durch die - ohnehin geringe - Reizanalyse ausgelöste Inhibition bei Extravertierten angenommen wird.

In der zweiten Studie (Brebner & Flavel, 1978) sollten im Gegenzug die Einflüsse der Reaktionsorganisation untersucht werden. Es sollte gezeigt werden, dass Reaktionsorganisation bei Extravertierten zu einer ausgeprägten Aktivierung führt. Als Paradigma wurde eine einfache Reaktionsaufgabe mit *catch-trials* (CT) gewählt: Nach einem Warnreiz wurde auf einem Bildschirm für 200 ms eine Ziffer dargeboten, auf die so schnell wie möglich mit einem Tastendruck reagiert werden sollte. In den zufällig eingestreuten *catch-trials* folgte auf den Warnreiz kein imperativer Reiz und es durfte nicht reagiert werden. In 3 experimentellen Blöcken mit je 200 Trials (Inter-Trial-Intervall 2.3 s) wurde die CT-Rate variiert (Bedingung A: 10%; Bedingung B: 40 %; Bedingung C: 70 %).

Da die CT-Rate die Reaktionsrate und damit das Ausmaß an R-Exzitation bei Extravertierten direkt bedingt, wurde vermutet, dass die Reaktionen bei Extravertierten mit zunehmender CT-Rate (d. h. weniger Reaktionsmöglichkeit) stärker verlangsamt würden als bei Introvertierten. Weiterhin wurde erwartet, dass Extravertierte eine höhere Rate an fälschlichen (d. h. ausgeführten Reaktionen in *catch-trials*) und „verfrühten“ (d. h. Reaktionen mit  $RZ \leq 80$  ms nach Reiz-Onset)<sup>10</sup> Reaktionen zeigen sollten, da schon der Warnreiz die Reaktionsorganisation initiiert, die bei Extravertierten zu Aktivierung und damit zu einer starken Reaktionstendenz führt. Bei Introvertierten führt die Reaktionsorganisation dagegen zu Inhibition, wodurch die korrekte Unterdrückung von Reaktionen in *catch-trials* begünstigt wird. Die dritte Vermutung bezog sich auf die Annahme, dass eine ausgeführte Reaktion über Feedback-Prozesse wieder zu Reizanalyse und damit bei Extravertierten zu Inhibition führt. In Situationen mit hinreichend hoher Reaktionsrate (also niedriger CT-Rate), sollte sich bei Extravertierten über die Zeit eine Inhibition durch reaktionsvermittelte Reizanalyse aufbauen, was zu zeitweiliger Verlangsamung und zu gelegentlichen „Auslassern“ im Sinne unwillkürlicher Pausen führen sollte. Dieser Effekt sollte umgekehrt proportional zur CT-Rate sein.

Acht Extravertierte (EPI-A: 19-23) und acht Introvertierte (EPI-A: 2-5) nahmen an der Untersuchung teil. Die statistische Analyse der Reaktionszeiten sowie der Anzahl fälschlicher und

---

<sup>10</sup> Es wird davon ausgegangen, dass ein visueller Reiz mindestens 80 ms benötigt, um über die sensorisch-afferenten Bahnen zu einer kortikalen Stimulation zu führen.

verfrühter Reaktionen bestätigten die Hypothesen im Wesentlichen. Die Zunahme von *catch-trials* führte in beiden Gruppen zu einer Reaktionsverlangsamung, die jedoch bei Extravertierten stärker ausgeprägt war als bei Introvertierten (+55 ms bei Extravertierten, +24 ms bei Introvertierten von A zu C;  $\omega^2 = .24$ ). Weiterhin gaben Extravertierte allgemein mehr fälschliche Reaktionen in *catch-trials* ab, und dies um so mehr, je niedriger die CT-Rate war. Verfrühte Reaktionen wurden nur von Extravertierten abgegeben. Die Auswertungen bezüglich der fälschlichen bzw. verfrühten Reaktionen ist jedoch nur mäßig überzeugend, da Introvertierte insgesamt so wenig Fehler machten, dass eine statistische Auswertung der Gruppenunterschiede zwischen den Bedingungen wenig sinnvoll erscheint.

Die Tatsache, dass Extravertierte mehr Fehler oder verfrühte Reaktionen zeigten, könnte auch durch einen generellen Verzicht auf Genauigkeit zu Gunsten von Schnelligkeit (*speed-accuracy-trade-off*) bei Extravertierten zu erklären sein. Diese Erklärung konnte jedoch ausgeschlossen werden, da sich in einer Voruntersuchung ohne *catch-trials* keinerlei a priori Reaktionszeitunterschiede zwischen den Gruppen ergeben hatten. Die gefundenen Unterschiede können daher auf die Einführung der experimentellen Variation zurückgeführt werden. Die Hypothese bezüglich gelegentlicher Auslasser oder zeitweiliger Verlangsamung aufgrund Feedback-induzierter Inhibition bei Extravertierten konnte nicht bestätigt werden. Insgesamt kommen Brebner & Flavel zu dem Schluss, dass es gelungen ist zu zeigen, dass Extravertierte durch hohe Reaktionsanforderungen in einen exzitatorischen Zustand gelangen, der es ihnen erschwert, einmal vorbereitete Reaktionen bei Bedarf zu unterdrücken.

Kritisch erscheinen an dieser Untersuchung vor allem zwei Punkte. Zum einen zeigt sich hier eine konzeptuelle Unschärfe des Modells, die darin besteht, dass nicht klar expliziert ist, wodurch sich ein hohes Maß an Reizanalyse eigentlich auszeichnet. Brebner und Flavel argumentieren, dass bei hoher CT-Rate objektiv weniger Reize dargeboten werden, und deshalb die reizbezogenen Prozesse in geringerem Maße auftreten als bei niedriger CT-Rate (und damit hoher Reizrate). Eine andere Argumentation erscheint dagegen genauso sinnvoll: Bei hoher CT-Rate herrscht eine große Unsicherheit bezüglich des Reizauftretens, so dass ein hohes Maß an Reizanalyse notwendig ist, um in jedem Trial erneut festzustellen, ob ein imperativer Reiz dargeboten wurde oder nicht. In diesem Fall könnte man eine Verlangsamung Extravertierter bei hoher CT-Rate auch durch das Auftreten starker S-Inhibition erklären, während man für Introvertierte sogar eine Geschwindigkeitssteigerung der Reaktionen aufgrund zunehmender S-Exzitation zusammen mit geringerer R-Inhibition vorhersagen würde.

Dies führt direkt zur zweiten Schwierigkeit der Untersuchung: In der experimentellen Manipulation der Anzahl von *catch-trials* sind Reizrate und die resultierende Reaktionsrate untrennbar miteinander konfundiert. Daher ist es nicht möglich, eindeutig zu entscheiden, ob Unterschiede zwischen den Bedingungen auf Veränderungen in den reizbezogenen oder in den reaktionsbezogenen Prozessen zurückzuführen sind.

Interessant ist in diesem Zusammenhang daher eine Untersuchung, in der versucht wurde, die Reaktionsrate unabhängig von der Reizdarbietung zu erfassen (Brebner & Cooper, 1978). In dieser Untersuchung ging es um die Betrachtungsdauer von Bildern bei freier Reaktionsmög-

lichkeit. Neun Introvertierte (EPI: 3-5) und neun Extravertierte (EPI: 18-21) sollten eine Serie von 80 Dias, die in ihrer Interessantheit variierten (5 Kategorien: weiße Fläche, Punktemuster, Straßenzüge, Gebäude, touristische Attraktionen aus aller Welt), der Reihe nach betrachten. Den Vpn wurde gesagt, sie könnten die Betrachtungsdauer eines jeden Bildes selbst bestimmen und über das Drücken einer Taste jeweils das nächste Dia anfordern. Allerdings sei der steuernde Computer manchmal in einem „on“- und manchmal in einem „off“-Zustand, so dass es immer wieder passieren könne, dass ein Tastendruck nicht direkt zum Wechsel des Bildes führen würde und erneut gedrückt werden müsse. In Wirklichkeit unterlagen die Vpn einem gemischten Verstärker-Plan: Bei 20 Bildern mussten sie die Taste mindestens zweimal, bei 20 Bildern mindestens achtmal und bei weiteren 20 Bildern mindesten 16-mal drücken, bevor das nächste Bild erschien. Bei den restlichen 20 Bildern konnte ein Bildwechsel erst frühestens nach dem Ablauf von 50 s durch einen Tastendruck erreicht werden, unabhängig davon, wie oft die Taste vorher schon bedient worden war. Erfasst wurden die Anzahl der Reaktionen, die Betrachtungsdauer bis zum ersten Tastendruck sowie die Geschwindigkeit jeder einzelnen Reaktion.

Unter der Annahme, dass sich Introvertierte bei gleicher Stimulation durch ein höheres Maß an S-Exzitation auszeichnen, Extravertierte dagegen ein höheres relatives Ausmaß an R-Exzitation produzieren, wurde erwartet, dass Introvertierte die verfügbaren Reize eher ausführlich analysieren würden, während Extravertierte eher die vorhandenen Reaktionsmöglichkeiten nutzen würden. Es wurde vorhergesagt, dass (1) Extravertierte die Bilder kürzer betrachten, also schneller versuchen, ein dargebotenes Bild über einen Tastendruck zu ändern, dass (2) Extravertierte häufiger die Taste bedienen, auch wenn nicht jeder Tastendruck zur Änderung des Bildes führt, und dass (3) die Organisation der Reaktion einen exzitatorischen Effekt auf Extravertierte ausübt, wodurch sich nach einer abgegebenen Reaktion die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass direkt wieder gedrückt wird. Dies sollte bei Extravertierten so lange zu beschleunigenden Reaktionssequenzen führen, bis die S-Inhibition durch internes Feedback so stark geworden ist, dass sie der R-Exzitation entgegen wirkt und zu einer zeitweiligen Verlangsamung der Reaktionen führt.

Auch hier sehen die Autoren ihre Hypothesen durch die Daten bestätigt: Extravertierte betrachteten die Dias - unabhängig von ihrer Interessantheit - kürzer als Introvertierte und zeigten eine stärkere Tendenz zur Acceleration innerhalb der Reaktionssequenzen. Weiterhin geben die Autoren an, Extravertierte drückten die Taste mehr als doppelt so oft und dreimal so schnell. Es wird berichtet, dass Extravertierte insgesamt 874 Reaktionen bei einem durchschnittlichen Inter-Response-Intervall von 4.4 s abgaben, während Introvertierte nur durchschnittlich alle 13.3 s die Taste bedienten und insgesamt 394 Reaktionen abgaben. Leider bleibt dieses Ergebnis jedoch völlig unklar: Da die drei Verstärkerpläne, in denen eine bestimmte Anzahl Reaktionen gefordert wurde, eben diese Anzahl vorgeben (nämlich 520)<sup>11</sup>, ist es nicht einsichtig, warum sich beide Extraversionsgruppen in diesen drei Bedingungen den-

---

<sup>11</sup>  $(20 \times 2) + (20 \times 8) + (20 \times 16)$

noch in der Anzahl der abgegebenen Reaktionen unterscheiden. Gruppenunterschiede hätten sich in diesen drei Bedingungen lediglich in der Geschwindigkeit der Reaktionen zeigen können. Die berichtete Anzahl von 394 Reaktionen bei Introvertierten unterschreitet die Anzahl der durch die Verstärkerpläne vorgegebenen minimalen Reaktionen (nämlich 540), die notwendig gewesen wäre, um alle 80 Bilder zu betrachten. Es ist daher nicht nachzuvollziehen, wie die berichteten Ergebnisse zustande gekommen sind, was ihre Interpretation hinfällig macht.

Zwei Aspekte erscheinen typisch für die frühen Untersuchungen der Arbeitsgruppe um Brebner. Zum einen wurden meistens experimentelle Situationen realisiert, die sich entweder durch ein hohes Maß an Reizanalyse *oder* durch hohe Anforderungen an die Reaktionsorganisation auszeichneten. Es wurde versucht, den jeweils anderen Prozess möglichst gering und konstant zu halten. Zum anderen wurde in den frühen Untersuchungen das Maß an erforderlicher Reizanalyse und Reaktionsorganisation stets über die Menge der dargebotenen Reiz bzw. geforderten Reaktionen pro Zeiteinheit operationalisiert. Erst in späteren Untersuchungen wurde der Versuch unternommen, beide Prozesse in einer Untersuchung orthogonal zu variieren und Reizanalyse und Reaktionsorganisation über Variationen der *Aufgabenschwierigkeit* zu manipulieren (z. B. Brebner & Cooper, 1986). Beides findet sich in einer Untersuchung von Khew (1984, zit. n. Brebner & Cooper, 1985).

Khew versuchte den Einfluss von Reizanalyse und Reaktionsorganisation durch orthogonale Variation empirisch zu trennen. Dazu wählte er eine visuelle Diskriminationsaufgabe: Innerhalb eines Punktemusters wurde entweder ein Dreieck oder ein Quadrat eingeblendet, wobei die Vpn in Abhängigkeit der Form reagieren sollten. Das Ausmaß an Reizanalyse wurde als Aufgabenschwierigkeit durch die Dichte des Punktemusters operationalisiert, das Ausmaß der notwendigen Reaktionsorganisation durch die Komplexität der Antwort-Reaktionen (einfacher Tastendruck vs. Abfolge von vier Tasten). Nach dem Modell wurde erwartet, dass zunehmende Aufgabenschwierigkeit einen exzitatorischen Effekt auf Introvertierte, dagegen einen inhibitorischen Effekt auf Extravertierte ausüben sollte, während für die zunehmende motorische Komplexität ein umgekehrter Einfluss vorhergesagt wurde. Neben Reaktionszeiten und Fehlerzahlen wurden in den Bedingungen mit komplexerer motorischer Reaktion auch die Bewegungszeiten (als Zeit zwischen dem ersten und dem vierten Tastendruck) erfasst. Hier wurde vermutet, dass die Bewegungszeiten Extravertierter im Vergleich zu Introvertierten verlangsamt sein sollten, da hier Feedback-Informationen zu reaktionsvermittelter S-Inhibition führen. Dieser Effekt sollte bei schwieriger Diskrimination und damit verbundener stärkerer S-Inhibition bei Extravertierten größer sein als bei leichter Diskrimination.

Die Ergebnisse deuten zwar in die Richtung der Hypothesen, bestätigen sie jedoch nicht in allen Einzelheiten. Bei einfacher visueller Diskrimination reagierten Extravertierte etwas schneller als Introvertierte, bei schwerer Diskrimination dagegen deutlich langsamer, aber nur, wenn eine einfache Reaktion gefordert war. Bei schwieriger Diskrimination und komplexer Reaktion verlängerten sich die Reaktionszeiten beider Gruppen im Vergleich zur ein-

fachen Reaktion, ein Unterschied zwischen den Gruppen zeigte sich hier allerdings nicht mehr. Bezüglich der Bewegungszeiten bei komplexeren motorischen Reaktionen fanden sich weder Gruppenunterschiede, noch wurde die hypothesenrelevante Interaktion zwischen den Extraversionsgruppen und der Aufgabenschwierigkeit signifikant.

Der fehlende Gruppenunterschied in der auf beiden Ebenen schwierigeren Aufgabe weist darauf hin, dass es in Situationen, in denen die Anforderungen an beide Prozesse hoch sind, unter Umständen zu einer „Verrechnung“ exzitatorischer und inhibitorischer Einflüsse kommen kann, so dass die resultierende Bilanz in beiden Extraversionsgruppen gleich ist und sich keinerlei Verhaltensunterschiede mehr feststellen lassen (dazu auch Brebner, 2000). Der inhibitorische Effekt auf Extravertierte bei schwieriger Diskrimination scheint hier durch den exzitatorischen Einfluss aufgrund ansteigender Reaktionskomplexität ausgeglichen worden zu sein, während der exzitatorische Zustand, der bei Introvertierten durch die schwierigere Diskrimination ausgelöst wurde, durch die inhibitorischen Einflüsse der komplexen Reaktionsorganisation geschwächt wurde. Über die Annahme sich gegenseitig kompensierender exzitatorischer und inhibitorischer Einflüsse kann jedoch in Situationen, in denen sich keine Verhaltensunterschiede zwischen den Gruppen zeigen, nur spekuliert werden. Möglicherweise ist dies der Grund, warum man kaum Untersuchungen mit orthogonaler Variation beider Prozesse findet, selbst wenn dies im Rahmen der gewählten Aufgaben durchaus möglich gewesen wäre (z. B. im *Letter-Cancellation-Test* bei Katsikitis & Brebner, 1981; Khew & Brebner, 1985).

Auch in anderen Untersuchungen z. B. zu interindividuellen Unterschieden in der Entwicklung gelernter Hilflosigkeit (Tiggemann et al., 1982), zur Leistung im *Letter-Cancellation-Test* unter experimentell induziertem Arousal (Katsikitis & Brebner, 1981; Khew & Brebner, 1985), zur *inspection time* als Index der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Brebner & Cooper, 1986) sowie zur psychologischen Refraktärperiode (Brebner, 1998) finden sich Ergebnisse, die nach den jeweiligen Autoren mit dem Brebner-Cooper-Modell vereinbar und erklärbar sind. Die meisten der Untersuchungen sind jedoch mit ähnlichen Schwierigkeiten verbunden, wie die bisher beschriebenen. Auf eine ausführliche Darstellung aller Studien wird hier verzichtet.

### **3. 4. Abschließende Bewertung der empirischen Befundlage**

Die verschiedenen Untersuchungen zum Brebner-Cooper-Modell zeigen, dass dieses durchaus in der Lage ist, eine Vielzahl empirischer Befunde über Verhaltensunterschiede von Introvertierten und Extravertierten in einer breiten Auswahl experimenteller Situationen vorherzusagen und zu erklären. Aufgrund einiger methodischer Schwächen in verschiedenen Untersuchungen, kommt man dennoch zu dem Schluss, dass ausreichende Belege für die Allgemeingültigkeit des Modells bisher noch nicht vollends erbracht sind. Um dies zu untermauern,

sollen einige kritische Punkte in den bisherigen Untersuchungen hier noch einmal kurz zusammengefasst werden. Dabei sollen jedoch auch die positiven Aspekte der bisherigen Forschung nicht ungewürdigt bleiben.

Bei der Planung ihrer Quasi-Experimente versuchen Brebner und Mitarbeiter stets, die Untersuchungen so anzulegen, dass sie einen wirklichen Modelltest ermöglichen. Die experimentellen Situationen werden so gestaltet, dass andere theoretische Modelle als Alternativerklärungen meistens ausgeschlossen werden können. Ein gutes Beispiel dafür ist die Untersuchung von Katsikitis und Brebner (1981), bei der die aus dem Brebner-Cooper-Modell abgeleiteten Vorhersagen entgegengesetzt zu den Gruppen-Unterschieden waren, die man nach der Arousal-Theorie vorhergesagt hätte.

Obwohl man sich dabei um eine klar modellgeleitete Hypothesenbildung im Kontext der jeweiligen experimentellen Situation bemüht, gibt es allerdings auch einige Untersuchungen, bei denen die aus dem Modell abgeleiteten Hypothesen nur durch implizite Zusatzannahmen vollends begründet werden können. So wird z. B. in der Untersuchung zur *gelernten Hilflosigkeit* (Tiggemann et al., 1982) davon ausgegangen, dass sich inhibitorische und exzitatorische Einflüsse auch auf motivationale Komponenten des Verhaltens auswirken können. Dies macht die Hypothesen in einigen Untersuchungen angreifbar.

In einigen Fällen wirken die Annahmen über die erwarteten Prozesse und deren zeitlichen Verlauf sogar geradezu willkürlich, und dies um so mehr, weil die Argumentationen zwischen verschiedenen Experimenten nicht konsistent sind. Ein Beispiel: Im Rahmen des modifizierten Vigilanzparadigmas (Brebner & Cooper, 1974) wurde davon ausgegangen, dass ein Inter-Trial-Intervall von 18 s ausreicht, um R-inhibitorische Effekte durch den Tastendruck zwischen den einzelnen Trials wieder abklingen zu lassen. Bei Tiggemann et al. (1982) wurde dagegen argumentiert, dass Introvertierte R-Inhibition, die sie während einer Trainingsphase mit unkontrollierbarer Aufgabe „erworben“ haben, in die Testphase übertragen, und daher hier das typische Verhalten *gelernter Hilflosigkeit* zeigen. Dies illustriert eine konzeptionelle Unschärfe der verwendeten Begriffe, auf die im nächsten Abschnitt (3. 5.) noch näher eingegangen wird.

Ein weiterer kritischer Punkt besteht darin, dass die Menge notwendiger Reizanalyse und Reaktionsorganisation durch die Gestaltung der Aufgabe in vielen Untersuchungen miteinander konfundiert ist (z. B. Brebner & Cooper, 1974; Brebner & Flavel, 1978; Katsikitis & Brebner, 1981). Dadurch sind die Einflüsse reizbezogener und reaktionsbezogener Prozesse an einigen Stellen untrennbar miteinander verbunden, was jedoch bei der Interpretation der Ergebnisse selten problematisiert oder berücksichtigt wird.

Auch die statistische Auswertung der Daten lässt in einigen Fällen zu wünschen übrig (z. B. Khew & Brebner, 1985; Brebner, 1998). In fast allen Untersuchungen geht die Interpretation der Ergebnisse nach strengen Kriterien deutlich über die statistische Datenbasis hinaus. So werden z. B. bei komplexeren Interaktionen mehrerer experimenteller Faktoren zum Teil einzelne Mittelwertsunterschiede interpretiert, sofern sie zu den Hypothesen passen, während die

restliche Ergebnisstruktur, die manchmal ein wenig konsistentes Bild ergibt, außer Acht gelassen wird (z. B. Katsikitis & Brebner, 1981).

Einige der problematischen, vor allem versuchsplanerischen Aspekte ergeben sich daraus, dass die Formulierung des Modells in einigen Punkten vage bleibt. Auf diese konzeptuellen Schwächen soll im nächsten Abschnitt eingegangen werden.

### 3. 5. Konzeptionelle Schwächen des Brebner-Cooper-Modells

Das größte Verdienst des Brebner-Cooper-Modells besteht darin, dass es mit seiner Hilfe möglich ist, sehr situations- und aufgabenspezifische Hypothesen über Verhaltensunterschiede zwischen Introvertierten und Extravertierten zu bilden. Situationen können danach beschrieben werden, welche Anforderungen sie an Prozesse der Reizanalyse stellen und inwieweit Reaktionen organisiert und vorbereitet werden müssen.

Das Problem besteht nun darin, dass das Modell keine expliziten Aussagen darüber macht, wodurch sich eine hohes Maß an Reizanalyse auszeichnet oder wie eine Reaktion gestaltet sein muss, dass sie hohe Anforderungen an die Reaktionsorganisation stellt.

Eine Erhöhung der Reizanalyse wäre nach einem intuitiven Verständnis schon allein bei visuellen Reizen auf vielfältige Weise möglich: Eine eher quantitative Erhöhung der Reizanalyse ließe sich beispielsweise durch die Erhöhung der *Reizmenge* (im Sinne einer hohen Reizrate) oder durch zunehmende physikalische Komplexität der Reize (einfach vs. detailreiche) erreichen. Ein eher qualitativer Aspekt ließe sich über die *Schwierigkeit* der Reizanalyse manipulieren. Dabei ist wiederum sowohl eine Variation der Schwierigkeit auf *perzeptueller Ebene* (z. B. schwer diskriminierbare Reize, Überlagerung mit Rastern oder Punkten), als auch auf der *Aufgabenebene* (z. B. notwendige kognitive Operationen, Anzahl aufgabenrelevanter Dimensionen etc.) denkbar. Es bleibt allerdings völlig unklar, welche dieser Möglichkeiten in welchem Maße zu einer Erhöhung der erforderlichen Reizanalyse führen würde. In den bisherigen empirischen Untersuchungen wurde das Ausmaß an Reizanalyse meist über eine Erhöhung der Reizrate oder der Darbietungszeit manipuliert. Aber auch hier kann man sich z. B. die Frage stellen, ob durch eine reine Verlängerung der Darbietungszeit einer Leuchtdiode von 100 auf 700 ms tatsächlich mehr Information zur Verfügung gestellt wird und sich somit das Maß an analysierenden Prozessen erhöht (Brebner, 1998).

Das gleiche Problem stellt sich auf Reaktionsseite: Zum einen könnte das Ausmaß der Reaktionsorganisation mit der Reaktionsrate (pro Zeiteinheit), mit der Menge einzelner Bewegungen innerhalb einer geforderten Reaktion oder auch mit der Anzahl der beteiligten motorischen Einheiten (z. B. Finger) in Zusammenhang stehen. Neben diesen eher quantitativen Aspekten lassen sich motorische Reaktionen aber auch in der „Kompliziertheit“ des angenommenen, zugrunde liegenden Motorprogramms variieren (z. B. einfacher Tastendruck vs. komplexere Tastenabfolge). Weder auf Reiz- noch auf Reaktionsseite formuliert das Modell diesbezüglich klare und vor allem operationale Vorstellungen.

Eine ähnliche konzeptuelle Unschärfe besteht bezüglich der Begriffe ‚Exzitation‘ und ‚Inhibition‘. Exzitation beschreibt hier die Tendenz, „ein Verhalten fortzuführen oder zu intensivieren“. Es stellt sich hier die Frage, worin eine solche Intensivierung besteht. Bezogen auf motorische Reaktionen könnte das bedeuten, dass häufiger, schneller oder mit mehr Kraft reagiert wird. Eine Intensivierung der Reizanalyse könnte darin bestehen, dass die verfügbaren Informationen schneller erfasst werden (was zu einer Verkürzung der Analysezeit führen würde), oder darin, dass der Analyseprozess umfangreicher durchgeführt wird (was zu einer Verlängerung der Analysezeit führen würde). Ebenso viele Verhaltensmöglichkeiten lassen sich bezüglich ‚Inhibition‘ als Tendenz, „ein Verhalten zu reduzieren oder zu beenden“, beschreiben. Doch auch in diesen Punkten macht das Modell keine expliziten Aussagen darüber, wie sich exzitatorische und inhibitorische Einflüsse auf der Ebene der verschiedenen Verhaltensmaße zeigen sollten.

Aufgrund dieser konzeptuellen Spielräume ist die Generierung von spezifischen Hypothesen in komplexeren Situationen mit mehr als einer Variationsquelle schwierig. Man kann lediglich darüber spekulieren, wann die reizbezogenen Prozesse so stark sind, dass sie die reaktionsbezogenen Prozesse überwiegen (oder umgekehrt), und in einigen Fällen muss man eine solche Kompensation post hoc annehmen, um die Ergebnisse im Sinne des Modells erklären zu können. Dadurch wird die empirische Prüfbarkeit des Modells in seiner jetzigen Form stark eingeschränkt. Um das Brebner-Cooper-Modell einem strengen Modelltest unterziehen zu können, wäre es daher nötig, die verschiedenen theoretischen Konzepte zu spezifizieren und mit operationalen Definitionen anzureichern. Ob es allerdings gelingen wird, die verschiedenen, angenommen Prozesse auf der Basis von Verhaltensmaßen zu objektivieren, bleibt hier offen.

### **3. 6. Die Prüfung des Modells mit Hilfe elektrophysiologischer Maße**

Die Beschreibung der verschiedenen Untersuchungen zum Brebner-Cooper-Modell sollte die grundlegenden Schwierigkeiten bei der empirischen Prüfung des Modells mit Hilfe von Verhaltensmaßen deutlich gemacht haben: Bei jeder beliebigen Reaktionszeitaufgabe ist sowohl Reizanalyse als auch Reaktionsorganisation notwendig. Bezogen auf das Modell bedeutet das, dass immer sowohl exzitatorische als auch inhibitorische Prozesse wirksam sind, die sich jedoch nicht getrennt voneinander beobachten lassen. Erst die (interindividuell unterschiedliche) Balance beider Prozesse bestimmt das kortikale Erregungsniveau und damit das Verhalten in einer gegebenen Situation.

Die verwendeten Verhaltensmaße, wie z. B. Reaktionszeiten, erweisen sich jedoch in diesem Zusammenhang als nicht differenziert genug, um die postulierten Prozesse im einzelnen abbilden zu können. Reaktionszeiten können lediglich das „Ergebnis“ der Wechselwirkung zwischen inhibitorischen und exzitatorischen Prozessen widerspiegeln. Sie sind nicht geeignet,

um die *absolute Stärke* der einzelnen Prozesse in komplexen experimentellen Situationen und deren Unterschiedlichkeit zwischen den verschiedenen Extraversionstypen zu bestimmen. Über Reaktionszeiten (und ähnliche Verhaltensmaße) lässt sich weiterhin nicht beleuchten, in welcher Form sich inhibitorische und exzitatorische Zustände gegenseitig bedingen oder aufheben. So ist es z. B. nicht möglich zu entscheiden, wann eine durch Reaktionsorganisation induzierte Inhibition bei Introvertierten so groß ist, dass sie die durch Reizanalyse ausgelöste Erregung aufhebt. Um diese Fragen beantworten zu können, ist es unabdingbar notwendig, andere Maße heranzuziehen, mit deren Hilfe sich die postulierten Prozesse differenzierter betrachten lassen. Obwohl ‚Inhibition‘ und ‚Exzitation‘ im Rahmen des Modell als reine Verhaltenstendenzen beschrieben werden, erscheint es sinnvoll zu versuchen, sie mit physiologischen Inhibitions- und Erregungszuständen in Verbindung zu bringen, die den beobachtbaren Verhaltenstendenzen zugrunde liegen könnten.

Versteht man Reizanalyse als die Verarbeitung sensorischer Informationen und deren Bedeutung im jeweiligen Kontext und Reaktionsorganisation als die Umsetzung sensorischen Inputs in situationsadäquates Verhalten, so liegt es nahe, diese Prozesse auf kortikaler Ebene mit Hilfe ereigniskorrelierter Potentiale (EKP) zu untersuchen. Ereigniskorrelierte Potentiale bilden Informationsverarbeitungsprozesse als zeitlich strukturierte Muster von Aktivierungs- und Deaktivierungszuständen in kortikalen Neuronenverbände ab. Daher könnte ihre Betrachtung eine potente Methode darstellen, um exzitatorische und inhibitorische Prozesse aufgrund von Reizanalyse und Reaktionsorganisation auf kortikaler Ebene zu trennen und beobachtbar zu machen.

An dieser Stelle stellt sich die Frage, warum auf eine explizite Prüfung des Brebner-Cooper-Modells mit Hilfe von EKP bisher verzichtet wurde. Ein Grund ist sicherlich, dass Brebner und Cooper selbst einem solchen Forschungsansatz ausgesprochen kritisch gegenüber stehen. Ihre skeptische Position soll daher hier kurz referiert werden.

Noch Anfang der achtziger Jahre beurteilen Brebner und Cooper einen Modelltest mit Hilfe physiologischer Maße als wenig erfolgversprechend (Brebner, 1983b). 1986 räumen sie dann zwar ein, dass verschiedene Komponenten des ereigniskorrelierten Potentials (vor allem N1, P2, P3) durchaus eine interessante Möglichkeit zur Untersuchung ihres Modells bieten könnten (Brebner & Cooper, 1986). Dennoch halten sie es für verfrüht, da die funktionale Bedeutung dieser Komponenten noch nicht im letzten geklärt sei, und erst geprüft werden müsse, inwieweit diese (oder andere physiologische) Maße in der Lage seien, zwischen den zentralen Prozessen der Reizanalyse und Reaktionsorganisation zu unterscheiden. Sie gehen davon aus, dass es - mit Ausnahme der P3 als Reiz-gesteuerter Komponente - bisher nicht gelungen sei, die rein reizbezogenen neuronalen Ereignissen von den rein reaktionsbezogenen abzugrenzen (Brebner, 1990). An andere Stelle betonen sie die Möglichkeit, dass es sich bei Reizanalyse und Reaktionsorganisation unter Umständen um Prozesse ohne klar erkennbare sequentielle

Struktur handeln könnte (Cooper & Brebner, 1987), die in der Abfolge von EKP-Komponenten möglicherweise nicht abzubilden sei.<sup>12</sup>

Obwohl Brebner zu bedenken gibt: „...*although it is notoriously dangerous to make inferences about central processes on the basis of RT data.*“ (Brebner, 1998, S. 549), streitet er nicht ab, dass es parallel laufende zentrale Prozesse geben müsse, die die Verhaltensergebnisse ermöglichen. Dennoch geht er davon aus, dass der Zusammenhang zwischen Extraversion und EEG-Maßen schwer zu untersuchen und wahrscheinlich sehr klein ist. Dafür macht er sowohl Messprobleme verantwortlich als auch die Tatsache, dass individuelle Unterschiede im kortikalen Arousal genauso wie im Verhalten auch noch durch eine Vielzahl anderer Faktoren beeinflusst sind. Deshalb kommt er zu dem Schluss: „...*Though we sympathize with the difficulties inherent in electrophysiological research into personality, unless ways can be found to show that personality factors can account for reasonable amounts of the variance, the usefulness of electrophysiological studies for theory testing will necessarily be limited.*“ (Brebner & Stough, 1995, S. 331).

Der Grundgedanke dieser skeptischen Haltung lässt sich dahingehend zusammenfassen, dass man vor der Verwendung empirischer Maße sehr sorgfältig prüfen sollte, ob diese Maße in der Lage sind, die interessierenden theoretischen Konzepte auch tatsächlich valide zu erfassen und adäquat abzubilden. Diesem Anspruch kann hier nur nachdrücklich zugestimmt werden. Dennoch kann die zuvor beschriebene Sichtweise Brebners im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit natürlich nicht unwidersprochen bleiben.

Auch wenn die funktionale Bedeutung der verschiedenen EKP-Komponenten noch nicht in all ihren Aspekten und bis zur letzten auslösenden Bedingung geklärt sein mag, so hieße es Jahrzehnte empirischer Forschung leugnen, würde man es so darstellen, als wisse man nichts. Zu einer ganzen Reihe von EKP-Komponenten existiert inzwischen ein durchaus beeindruckender Pool gut gesicherter empirischer Befunde über die auslösenden Bedingungen sowie über funktionelle Variationen in verschiedensten Verhaltensbereichen. In einigen, zugegebenermaßen weniger, Bereichen haben diese Befunde bereits zur Theorienbildung über den möglichen Zusammenhang zwischen kortikalen Phänomenen und psychologischen Konzepten angeregt (vgl. z. B. Rockstroh, Elbert, Canavan, Lutzenberger, & Birbaumer, 1989).

Eine spezifische Konzeption der Begriffe ‚Reizanalyse‘ und ‚Reaktionsorganisation‘ ist im Rahmen des Brebner-Cooper-Modells bis heute ausgeblieben und es ist fraglich, ob dies über die Betrachtung von Verhaltensmaßen überhaupt erreicht werden kann. Es erscheint daher durchaus sinnvoll, psychophysiologische Maße heranzuziehen und von ihren Möglichkeiten zu profitieren, um zu versuchen, kortikale Entsprechungen für die postulierten Prozesse zu identifizieren, und über diesen Weg, eine konzeptionelle Spezifizierung des Modells zusätzlich voranzutreiben. Dies ist eines der zentralen Ziele der hier vorliegenden Arbeit.

---

<sup>12</sup> Allerdings räumen sie hier ein, dass dieses Problem eventuell gelöst werden könnte, wenn man reizgemittelte Potentiale (als Index der Reizanalyse) den reaktionsgemittelten Potentialen (als Index der Reaktionsorganisation) gegenüberstellen würde.

Einen expliziten Modelltest des Brebner-Cooper-Modells mit Hilfe psychophysiologischer Maße gibt es bisher nicht. Dennoch soll im nächsten Kapitel die empirische Befundlage zum Nachweise extraversionbezogener Unterschiede auf elektrokortikaler Ebene dargestellt werden. Dabei soll vor allem herausgearbeitet werden, worin die Schwierigkeiten einer solchen Forschung liegen.

## 4. Extraversion und EEG

Die verschiedenen Bemühungen, das Extraversionskonzept biologisch zu untermauern, haben in den letzten Jahrzehnten verstärkt zu Versuchen geführt, Unterschiede zwischen Introvertierten und Extravertierten in verschiedenen biologischen und physiologischen Variablen nachzuweisen. Dies erscheint sinnvoll, da im Bereich der Verhaltensgenetik viele Befunde darauf hinweisen, dass Persönlichkeitseigenschaften in hohem Maße genetisch bedingt sind. In einer Untersuchung von Eaves, Eysenck & Martin, (1989, zit. n. Eysenck, 1994) zeigte sich z. B., dass über 50 % der phänotypischen Varianz verschiedener Persönlichkeitseigenschaften durch genetische Faktoren bedingt war. Es muss daher neuroanatomische Strukturen, physiologische Prozesse oder andere biologische Phänomene geben, die den genetischen Einfluss vermitteln und im Verhalten wirksam werden lassen. Die spezifischen neuronalen Systeme bzw. die Natur dieser Prozesse ist jedoch noch weitgehend unklar. Diese Überlegungen haben Persönlichkeitsforschung mit Hilfe einer Vielzahl zentralnervöser (z. B. EEG, zerebraler Blutfluss) und peripher-physiologischer Maße (z. B. Hautleitfähigkeit, Herzrate, Pupillenreaktion) angeregt.

Die meisten Untersuchungen zur Psychophysiologie der Extraversion wurden vor dem theoretischen Hintergrund der Eysenck'schen Arousal-Hypothese durchgeführt. Wenn Introvertierte sich im Vergleich zu Extravertierten durch niedrigere Schwellen (oder stärkere Aktivität) des ARAS auszeichnen, so sollte dies zu einer stärkeren Beeinflussbarkeit der autonomen und elektrokortikalen Maße führen, die durch das ARAS moduliert werden. Ein umfassender Nachweis für diese Annahme ist bis heute jedoch ausgeblieben (Eysenck & Eysenck, 1987).

Im Folgenden sollen die bisherigen Ergebnisse über den Zusammenhang zwischen Extraversion und verschiedenen elektrophysiologischen Maßen kurz zusammengefasst werden. Dabei werden allerdings weniger einzelne Untersuchungen referiert, sondern es soll vielmehr eine allgemeine Einschätzung der Befundlage vorgenommen werden. Für die einzelnen Befunde wird auf die Originalarbeiten bzw. die verschiedenen Überblicksartikel verwiesen.

### 4. 1. Extraversion und Spontan-EEG

Als Maße kortikalen Arousals werden die verschiedenen Frequenzbänder des Spontan-EEGs (Birbaumer & Schmidt, 1991) betrachtet. Diese werden als Indizes für die unterschiedlichen Wachheitszustände angesehen (Creutzfeldt, 1983; Zschocke, 1995). Im Allgemeinen bringt man die alpha-Wellen (8 - 13 Hz) des EEGs mit reduzierter Erregung und Entspannung in Verbindung, während die beta-Wellen (14 - 30 Hz) meist mit wachen, aktiven Zuständen assoziiert werden.

Eysenck (Eysenck, 1994) geht davon aus, dass vor allem die alpha-Wellen ein standardisiertes Maß für habituelles kortikales Arousal sein könnten. Introvertierte sollten sich durch relativ hoch-frequente alpha-Wellen mit niedriger Amplitude auszeichnen, Extravertierte dagegen durch alpha-Wellen mit relativ niedriger Frequenz und hoher Amplitude. Andere erwarten

dagegen, dass sich differentielle ARAS-Aktivität eher in der EEG-Desynchronisation zeigen sollte (z. B. Stelmack & Geen, 1992), so dass sich das höhere Arousal Introvertierter in reduzierter alpha-Aktivität bzw. verstärkter beta-Aktivität im Vergleich zu Extravertierten niederschlagen sollte.

Bis heute gibt es keine Nachweise dafür, dass sich Introvertierte und Extravertierte in ihrer tonischen Hirnaktivität (d. h. im Ruhe-EEG ohne Stimulation bzw. unter sehr niedrigen Arousal-Bedingungen) unterscheiden. Dies mag zum Teil daran liegen, dass die Messung eines tatsächlichen *Ruhe-EEGs* unter kontrolliert niedrigen Arousal-Bedingungen sehr schwierig ist, da es z. B. durch Imagination oder Muskelanspannung zu einer individuell induzierten und unkontrollierbaren Arousal-Erhöhung kommen kann. Dennoch führte der fehlende Nachweis tonischer Erregungsunterschiede im Laufe der Zeit zu einer geänderten Formulierung der Arousal-Theorie: Statt von Unterschieden im tonischen Arousal geht man heute eher von einer unterschiedlichen phasischen Erregbarkeit des Kortex durch Stimulation (*arousability*) aus.

Die Ergebnisse bezüglich extraversionsbezogener Unterschiede im Spontan-EEG bei sensorischer Stimulation sind sehr widersprüchlich. Den ersten Überblicksartikel über diesen Zusammenhang verfasste Gale 1973 und in einer revidierten Fassung 1983 (Gale, 1973, 1983). Er verglich die Ergebnisse von 33 Untersuchungen und fand viele, die mit der Arousal-Theorie vereinbar schienen: Introvertierte wiesen ein niedrigeres Niveau der alpha-Aktivität auf als Extravertierte. Andere Untersuchungen fanden dagegen keine Unterschiede und einige kamen sogar zu entgegengesetzten Ergebnissen. Solch widersprüchliche Befunde wurden auch von anderen zusammengetragen (zum Überblick z. B. Bartussek, 1984; Eysenck, 1994; O'Gorman & Lloyd, 1985; Stelmack, 1981; Stelmack & Geen, 1992; Zuckerman, 1991). Gales wichtigstes Ergebnis bestand in der Beobachtung, dass die gefundenen EEG-Unterschiede in erster Linie von den „Anregungsbedingungen“ (*arousal potential*) der jeweiligen experimentellen Situation abzuhängen scheinen. Empirische Bestätigungen der Arousal-Theorie fand man nur in Untersuchungen, in denen ein insgesamt moderates Arousal induziert wurde. In Situationen mit zu niedrigem oder sehr hohem Anregungsgehalt, fand man dagegen gelegentlich auch der Theorie entgegengesetzte Unterschiede in der alpha-Aktivität. Eine neuere Studie von Matthews & Amelang (Matthews & Amelang, 1993) konnte diese Abhängigkeit zwischen dem Anregungsgehalt der experimentellen Aufgaben und differentiellen Arousal-Unterschieden allerdings nicht replizieren.

Generell kommt man zu dem Schluss, dass Extraversion und Spontan-EEG einander nur in sehr geringem Maße vorhersagen können (Matthews & Gilliland, 1999).

## 4. 2. Extraversion und ereigniskorrelierte Potentiale

In den letzten Jahren hat es eine Vielzahl von Versuchen gegeben, die Arousal-Hypothese mit Hilfe ereigniskorrelierter Hirnrindenpotentiale (EKP) zu prüfen. Doch wie beim Spontan-EEG zeigt sich auch hier eine große Variabilität der Ergebnisse in Abhängigkeit von Stichprobencharakteristika, Untersuchungsbedingungen, Reizeigenschaften und anderen Variablen, so dass sich die Befundlage insgesamt ausgesprochen inkonsistent darstellt (zum Überblick vgl. Bartussek, 1984; Eysenck, 1994; Stelmack & Houlihan, 1995; Zuckerman, 1991).

In vielen Experimenten wurde versucht, differentielle Reagibilität mit Hilfe der frühen *sensorischen* Komponenten im EKP, vor allem dem N1-P2-Komplex, nachzuweisen. Man findet hier fast ausschließlich Untersuchungen in der akustischen Modalität. Da diese frühen, sensorischen Komponenten sowohl von der Reizintensität beeinflusst werden, als auch mit Aufmerksamkeit und Arousal variieren, wurde vermutet, dass Introvertierte stärkere kortikale Reaktionen auf die Reize entwickeln als Extravertierte. Ein entsprechendes Ergebnis wurde häufig gefunden, allerdings nur bei einfachen Reizen mittlerer Intensität, die wiederholt dargeboten wurden (z. B. Bruneau, Roux, Perse, & Lelord, 1984; Stelmack & Michaud-Achorn, 1985; Stenberg, Rosen, & Risberg, 1988). Aufgrund der sehr passiven Aufgabenstellung in diesen Untersuchungen wird dieses Ergebnis meist als reiner „Intensitäts-Effekt“ gewertet: Introvertierte sind sensibler für sensorische Stimulation, was zu stärkeren Reaktionen bei gleicher Intensität führt als bei Extravertierten. Diesen Intensitätseffekt findet man relativ konsistent auch bei anderen physiologischen Maßen. Allerdings weisen auch einige Untersuchungen (z. B. Ditraglia & Polich, 1991) darauf hin, dass Amplitudenunterschiede in akustisch evozierten Potentialen vor allem auf eine schnellere Habituation bei Extravertierten zurückzuführen sind, so dass sich größere Amplituden bei Introvertierten erst im Laufe des Experiments zeigen. Bezüglich der Latenz der sensorischen Komponenten ergeben sich keinerlei Extraversionseffekte.

Schwerer fällt die theoretische Verknüpfung mit den späteren, *endogenen* EKP-Komponenten, die in erster Linie mit den Aufgabenanforderungen, der spezifischen Bedeutung von Reizen im jeweiligen Kontext sowie mit Aufmerksamkeitszuwendung in Zusammenhang stehen.

EKP-Untersuchungen zu Extraversion fokussieren vor allem auf die P3-Komponente. Eysenck bemerkt dazu: „... *The fact that the activities associated with P300 (habituation, orienting responses, stimulus classification) are closely related to the concept of cortical arousal suggests that tests of the introversion-arousal-hypothesis could use the P300 paradigm with advantage.*“ (Eysenck, 1994, S. 172). Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass niedrigeres Arousal bei Extravertierten zu kleineren P3-Amplituden führen sollte. Wie die funktionale Verbindung zwischen Arousal und P3 beschaffen sein soll, wird jedoch nicht expliziert. Da eine differenzierte theoretische Verknüpfung zwischen dem Arousal-Konzept und den verschiedenen funktionalen Aspekten der P3 bisher nicht erfolgt ist, er-

scheint die Vorhersage extraversionsbezogener Unterschiede in der P3 in einer spezifischen experimentellen Situation schwierig. Dementsprechend inkonsistent stellt sich auch hier die empirische Befundlage dar.

Extraventionsbezogene Unterschiede wurden bisher in erster Linie mit Hilfe der P3 im akustischen Oddball-Paradigma untersucht. Relativ viele Untersuchungen berichten einen inversen Zusammenhang zwischen P3-Amplituden und Extraversion: Introvertierte generieren größere P3-Amplituden vor allem auf Target-Reize (Daruna, Karrer, & Rosen, 1985; O'Connor, 1983; Polich & S, 1992). Dieses Ergebnis wird typischerweise so interpretiert, dass Introvertierte aufgrund eines höheren Erregungsniveaus auch eine höhere Aufmerksamkeitsbindung auf relevante Reize erleben. In anderen Studien konnte dieser Zusammenhang jedoch nicht repliziert werden (Cahill & Polich, 1992; Pritchard, 1989). Untersuchungen, in denen komplexere Reizverarbeitung mit visuellen Reizen verlangt wurde, gibt es wenige. Stenberg trug Ergebnisse aus einigen Studien zusammen, in denen kognitiv anspruchsvollere Aufgaben verwendet wurden (z. B. semantische Kategorisierung; Stenberg, 1994). Hier wurden meist *größere* P3-Amplituden bei Extravertierten gefunden, und dies vor allem dann, wenn die Aufgabe relativ kurz und komplex war. Vor dem Hintergrund, dass die P3 als kortikale Positivität ein inhibitorisches Phänomen zu sein scheint (Birbaumer, Elbert, Canavan, & Rockstroh, 1990; Rockstroh, Mueller, Cohen, & Elbet, 1992) (vgl. Abschnitt 5. 2.), interpretiert Stenberg dieses Ergebnis im Sinne Eysencks: Extravertierte neigen bei komplexer Reizverarbeitung zur Ausbildung stärkerer kortikaler Inhibition. In Vigilanzaufgaben (wie dem akustischen Oddball) sei dieser Effekt aufgrund der Länge und Monotonie durch zunehmende Unaufmerksamkeit der Extravertierten dagegen maskiert (Stenberg, 1994). Stelmack und Kollegen (Stelmack, Houlihan, & McGarry Roberts, 1993) fanden dagegen in einer Untersuchungen mit verschiedenen Kategorisierungsaufgaben keinerlei P3-Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten.

Bezüglich der P3-Latenz als Index für die Geschwindigkeit der Reizdiskrimination und -klassifikation sind die Befunde etwas einheitlicher: Latenzunterschiede zwischen Introvertierten und Extravertierten werden nur selten beobachtet (z. B. Ragot, 1984).

Obwohl sich viele Untersuchungen zu Extraversion auf der Verhaltensebene mit differentiellen Effekten in verschiedenen motorischen Aufgaben beschäftigten, gibt es nur relativ wenige EKP-Untersuchungen, die Extravertierte und Introvertierte im Hinblick auf motorische Aspekte verglichen haben (Stelmack, 1985). Die Betrachtung kortikaler Unterschiede bei der Vorbereitung motorischer Reaktionen wurde vor allem mit Hilfe der *Contingent Negative Variation* (CNV) versucht. Auch hier ist die Befundlage widersprüchlich. Da sich die vorliegende Arbeit mit extraventionsbezogenen Unterschieden in der Evozierung der CNV beschäftigt, wird auf diese Arbeiten zu einem späteren Zeitpunkt (Kapitel 6) noch genauer eingegangen.

### 4. 3. Extraversion und akustisch evozierte Hirnstammpotential

In den letzten Jahren ist ein weiteres elektrophysiologisches Maß zunehmend populär geworden: das *akustisch evozierte Hirnstammpotential* (AEHP). Das AEHP wird in den ersten 10 ms nach Darbietung eines akustischen Reizes evoziert und zeigt eine Struktur von sieben aufeinander folgenden Komponenten, die bemerkenswert stabil über verschiedene Zustände der Wachheit, Aufmerksamkeit und des Arousals sind. Jede dieser sieben Vertex-positiven Komponenten (Welle I – VII) kann mit einem spezifischen neuronalen Generator entlang der aufsteigenden auditorischen Bahnen in Verbindung gebracht werden. Die Latenz bis zur Welle I und die Latenzen zwischen den Komponenten (als Maß für zentrale Leitungsgeschwindigkeit in den akustischen Bahnen des Hirnstamms) gelten als Indizes für neuronale Aktivität. Mit höherer Ton-Intensität bzw. größerer akustischer Sensitivität nehmen die Latenzen ab, die Amplituden dagegen zu.

Da das AEHP relativ unabhängig von Aufmerksamkeit und Arousal zu sein scheint, geht man davon aus, dass Unterschiede im AEHP Unterschiede in der neuronalen Übertragung (Sensitivität) im *peripheren Nervensystem* implizieren und nicht auf differentielle Aktivität in der *Formatio reticularis* zurückgehen. Nach der Arousal-Hypothese dürften sich daher im AEHP keine Unterschiede zwischen Introvertierten und Extravertierten zeigen.

Auch hier findet man wieder widersprüchliche Befunde. In einigen Untersuchungen finden sich keinerlei Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten (Campbell, Baribeau-Braun, & Braun, 1981), allerdings ist hier die statistische Power aufgrund niedriger Vpn-Zahlen zum Teil sehr niedrig (z. B. 30% bei Stelmack & Geen, 1992), so dass die Ergebnisse nicht eindeutig zu interpretieren sind. Andere Autoren berichten dagegen von extraversionsbezogenen Unterschieden im AEHP. Bullock und Gilliland (1993, zit. n. Matthews & Gilliland, 1999) trugen einige Untersuchungen zusammen und resümieren, dass das einzige konsistente Ergebnis in einer positiven Korrelation zwischen Extraversion und der Latenz der Welle V besteht (z. B. Swickert, 1996). Die Welle V geht auf Aktivität im *Colliculus inferior* zurück, der dem ARAS noch vorgeschaltet ist. In einigen Untersuchungen zeigten sich außerdem bei Introvertierten schnellere Latenzen der Welle I, die direkt am Hörnerv generiert wird. Diese Ergebnisse könnten darauf hindeuten, dass die höhere akustische Sensibilität Introvertierter nicht auf zentralnervöse Erregungsprozesse zurückgeht, sondern dass Unterschiede bereits auf peripherer Ebene bestehen. Würde sich diese Ergebnis erhärten, so müsste man die Konzeption des ARAS als neuroanatomische Basis der Extraversion überdenken und modifizieren.

### 4. 4. Abschließende Bemerkungen

Die Befundlage über die Zusammenhänge zwischen Extraversion und den verschiedenen elektrokortikalen Maßen ist allgemein widersprüchlich. Vieles weist darauf hin, dass die an-

genommene Verbindung schwächer ist, als man aufgrund der Arousal-Theorie annehmen könnte (Matthews & Gilliland, 1999), und in hohem Maße von der jeweiligen experimentellen Situation moderiert wird.

Es lassen sich einige theoretische und methodische Punkte anführen, die dazu beigetragen haben mögen, dass die neurologischen und biologischen Grundlagen der Extraversion auch heute noch nicht umfassend geklärt sind. Auf einige soll hier kurz eingegangen werden.

- ◆ Das Konstrukt der Extraversion ist in erster Linie eine beschreibende, psychometrische Dimension, mit deren Hilfe sich Personen anhand verschiedenster Verhaltens- und Leistungsaspekte charakterisieren lassen. Elektrokortikale und andere psychophysiologische Maße sind dagegen Indizes für die unterschiedlichsten Prozesse, von denen angenommen werden kann, dass sie die Verhaltensunterschiede in einem *komplexen Zusammenspiel* bedingen und beeinflussen. Vor diesem Hintergrund erscheint es nicht verwunderlich, dass sich interindividuelle psychometrische Unterschiede nicht eins zu eins in den verschiedenen psychophysiologischen Korrelaten abbilden lassen.
- ◆ Selbst wenn man davon ausgeht, dass kortikales Arousal für die gefundenen Verhaltensunterschiede verantwortlich ist, stellt sich immer noch die Frage, mit welchem psychophysiologischen Maß sich diese Arousal angemessen erfassen lässt (z. B. tonisch vs. phasisch). Eine eindeutige Identifizierung des besten Maßes ist jedoch bis heute ausgeblieben.
- ◆ Bei der Untersuchung mit elektrokortikalen Maßen stellt sich ein zusätzliches Problem: Gemeinhin wird davon ausgegangen, dass kortikale Erregung vor allem durch die Aktivität des ARAS bestimmt wird. ARAS-Aktivität lässt sich jedoch mit Hilfe des am Kortex abgeleiteten EEGs nicht direkt abbilden. Die verschiedenen EEG-Maße ermöglichen daher nur eine indirekte Messung der retiko-kortikalen Aktivität. Der Rückschluss von kortikaler auf retikuläre Aktivität wird weiterhin dadurch erschwert, dass kortikale Erregung zusätzlich noch von vielen anderen Organismusvariablen beeinflusst wird.
- ◆ Bei vielen der Untersuchungen muss man davon ausgehen, dass die statistische Power aufgrund niedriger Vpn-Zahlen gering ist. Dadurch werden Ergebnisse, die die Erwartungen nicht bestätigen, häufig wertlos. Dies führt dazu, dass es kaum Untersuchungen gibt, die eine tatsächliche Theorieprüfung auf physiologischer Ebene leisten können (dazu auch Eysenck, 1994; Matthews & Gilliland, 1999).
- ◆ Ein letzter Punkt soll hier als besonders zentral herausgestellt werden: In vielen Untersuchungen erhält man den Eindruck, als sei die Hypothesenbildung eher ad hoc und oberflächlich erfolgt. Häufig mangelt es an einer klaren, expliziten und theoretisch fundierten Verknüpfung der persönlichkeitspsychologischen Konzepte mit dem, was man über die auslösenden Bedingungen und die funktionale Bedeutung der herangezogenen psychophysiologischen Maße im Kontext des gewählten Untersuchungsparadigmas annimmt.

Dadurch erscheinen Hypothesen zum Teil willkürlich und der Rückschluss von empirischen Ergebnissen auf theoretische Konzepte wird erschwert.

Trotz all dieser Schwierigkeiten wurden in der vorliegenden Arbeit Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten mit Hilfe ereigniskorrelierter Potentiale untersucht. Im nächsten Kapitel soll daher zunächst gezeigt werden, warum hier davon ausgegangen wird, dass sich langsame kortikale Potentiale zur Untersuchung der aus dem Brebner-Cooper-Modell ableitbaren Hypothesen eignen. Danach soll eine spezifische EKP-Komponente, die *Contingent Negative Variation*, vorgestellt werden, von der man begründet annehmen kann, dass sie sich mit den theoretischen Konzepten des Brebner-Cooper-Modells in Verbindung bringen lässt.

## 5. Langsame Potentiale zur Untersuchung kognitiver Prozesse

### 5.1. Einführung

In den letzten Jahrzehnten ist man zunehmend dazu übergegangen, vor allem höhere kognitive Funktionen mit Hilfe am Skalp abgeleiteter elektrischer Potentialveränderungen zu untersuchen. Vor allem den sog. langsamen kortikalen Potentialen (*slow cortical potentials*) wird heute eine maßgebliche Rolle für komplexe Informationsverarbeitung und Verhaltenssteuerung zugeschrieben. Als langsame Potentiale bezeichnet man positive und negative Potentialverschiebungen (auch: *Slow Waves*) am Kortex, die mehrere hundert Millisekunden, in einigen Aufgaben sogar mehrere Sekunden andauern (Rockstroh et al., 1989). Gut untersuchte *Slow Waves* sind z. B. der *Late Positive Complex* (LPC) (Ruchkin, Johnson Jr., Mahaffey, & Sutton, 1982; Ruchkin, Johnson, Maheffey, & Sutton, 1988; Ruchkin & Sutton, 1983), das Bereitschaftspotential (BP) (Deecke et al., 1984; Kornhuber & Deecke, 1965; Vaughan, Costa, & Ritter, 1968), die *Contingent Negative Variation* (CNV) (Tecce & Cattanach, 1987; Walter, Cooper, Aldridge, McCallum, & Winter, 1964) und die *Stimulus Preceding Negativity* (SPN) (Birbaumer et al., 1990; Brunia, 1988; Brunia & Damen, 1988; Brunia, 1987; Van Boxtel & Brunia, 1994a).

Früher war die EKP-Forschung von der Bemühung geprägt, einzelne EKP-Komponenten als Epiphänomene psychologischer Konstrukte zu identifizieren. Heute wird kognitives Verhalten dagegen als eine komplexe Kombination sequentieller und zum Teil paralleler Subprozesse verstanden, an denen verschiedene kortikale und subkortikale Systeme beteiligt sind. Dementsprechend wird versucht, von der Struktur und Abfolge der verschiedenen Komponenten im EKP auf die zugrunde liegenden neurophysiologischen Prozesse in den verschiedenen Phasen der Informationsverarbeitung zu schließen. Auch wenn die Unterteilung in verschiedene Subprozesse zum Teil eher willkürlich ist (Gevins & Cutillo, 1995), so wird doch davon ausgegangen, dass sie unabhängig voneinander systematisch variiert werden können und dass sie auf dem Skalp zu unterscheidbaren elektrischen Mustern führen. Ein gemittelt EKP lässt sich daher auch als eine Abfolge „oberflächen-positiver“ und „oberflächen-negativer“ *Slow Waves* beschreiben. Veränderungen in Latenz, Amplitude oder Dauer dieser *Slow Waves* zwischen verschiedenen kognitiven Aufgaben, scheinen die neuronale Aktivität zu reflektieren, die mit dem jeweiligen kognitiven Faktor verbunden ist. Von der zeitlichen Struktur der Komponenten schließt man auf die Sequenz der aufgabenspezifischen Prozesse (wie Erwartung, Reiz-Enkodierung, kognitive Operationen, Bedeutungsanalyse, Reaktionsauswahl, Reaktionsvorbereitung etc.).

Auf theoretischer Ebene haben sich vor allem die Tübinger Arbeitsgruppe (z. B. Elbert & Rockstroh, 1987; Rockstroh et al., 1989) und die Arbeitsgruppe um Rösler (Rösler, 1993; Rösler & Heil, 1991; Rösler, Heil, & Roeder, 1997) mit den langsamen Potentialen beschäf-

tigt. Die Hauptaussage ihrer theoretischen Konzeptionen besteht darin (Rösler, 1997; Elbert & Rockstroh, 1987), dass eine enge psychophysiologische Verbindung zwischen den langsamen EKP-Komponenten, den Phasen im Verlauf kognitiver Verarbeitungsprozesse und dem Aktivitätsniveau der beteiligten kortikalen Areale angenommen wird. Rösler und Mitarbeiter (Rösler, 1993, Rösler & Heil, 1993; Rösler et al., 1997) gehen davon aus, dass die Topografie langsamer Potentiale die *relative* Aktivierung bzw. Inaktivierung distinkter kortikaler Zellverbände zu einem Zeitpunkt widerspiegelt. Die Topografie soll somit aufgabenspezifisch sein und Aufschluss darüber geben, welche kortikalen Strukturen (Module) an der jeweiligen Aufgabe beteiligt sind. Die Amplitude der langsamen Potentiale (vor allem der Negativierungen) indiziert dagegen die *absolute* Aktivierung und damit Ausmaß und Dauer des entsprechenden Verarbeitungsschrittes. Sie variiert daher mit Aufgabenschwierigkeit und mentaler Beanspruchung (z. B. Rösler, 1993). Die Sequenz der unterschiedlichen *Slow Wave*-Muster bildet schließlich die Sequenz der notwendigen Verarbeitungsschritte ab. Die zeitliche Struktur zeigt die Dauer der aufgabenspezifischen Subroutinen, die durch Verhaltensdaten nicht abgebildet werden können.

Diese theoretische Konzeption geht auf kognitiv-energetische Phasenmodelle zurück (z. B. Sanders, 1983, zit. n. Rösler et al., 1997), die Rösler jedoch in einigen Punkten modifiziert. Es wird postuliert, dass Informationstransfer und -transformation zwischen sensorischem Input und verhaltensbezogenem Output, in verschiedenen Phasen ablaufen, wobei jede Phase durch die spezifische Aktivierung aufgabenspezifischer Module (Zellverbände) charakterisiert ist. Die verschiedenen Phasen sind jedoch nicht linear angeordnet, sondern multidirektional mit einander verbunden, so dass gleichzeitig *bottom-up* und *top-down* Prozesse stattfinden. Die aktiven Module jeder Phase erhalten immer sowohl spezifischen Input (Daten-Input) durch Afferenzen von außen oder von anderen internen Systemen, als auch unspezifischen energetischen Input (Arousal) aus unspezifischen Aktivierungsmodulen (vor allem Thalamus und Hirnstamm), die die aktuelle Arbeitsweise der einzelnen Arbeitsknoten bestimmen. Die Verrechnung von spezifischer Aktivierung und unspezifischem Arousal wird dann in einem sog. *effort-system*, kontrolliert. Dieses Kontrollsystem ist dafür verantwortlich, den verschiedenen Modulen kognitive Ressourcen bereitzustellen (*resource allocation*) und bestimmt damit auch, ob ein System zu einem Zeitpunkt eher auf Aufnahme sensorischer Information oder aber auf die Organisation motorischen Outputs fokussiert ist. Dementsprechend können sich die verschiedenen Module, die am Verarbeitungsprozess beteiligt sind, unabhängig voneinander in einem aktivierten oder deaktivierten Zustand befinden. Diese Aktivierungsmuster werden nach Rockstroh und Kollegen (Rockstroh et al., 1989) über die Anpassung kortikaler und subkortikaler Schwellen aufgrund von thalamo-kortikaler Rückkopplung (vgl. dazu Elbert, 1993; Elbert & Rockstroh, 1987) reguliert. Durch diese Schwellenanpassung wird die kortikale Erregbarkeit gemäß der aktuellen Anforderungen gesteuert (vgl. Abschnitt 5. 2.).

Es wird heute davon ausgegangen, dass langsame EKP-Potentiale in der Lage sind, diese spezifischen Aktivierungs- und Deaktivierungsmuster der an einer Aufgabe beteiligten kortikalen

Module abzubilden (Bauer, 1998; McCallum, 1988; Rockstroh et al., 1989; Rösler, 1991)<sup>13</sup>. Nach Rösler rufen daher Aufgaben, die sowohl perzeptive, konzeptuelle als auch motorische Aspekte beinhalten, Potentialverschiebungen an der Kortexoberfläche hervor, die sich als Muster verschiedener, übereinandergelagerter *Slow Waves* verstehen lassen. Ein gutes Beispiel für diese Sichtweise ist die *Contingent Negative Variation* (CNV). Für die CNV ließen sich durch das Auffinden verschiedener funktionaler Aspekte im Prozess der Informationsverarbeitung Subkomponenten identifizieren, die sich nicht nur in ihrer topografischen Verteilung unterscheiden, sondern die auch mit unterschiedlichen Situationscharakteristika im Zusammenhang stehen. Erst die Gesamtheit aller beteiligten kognitiven Prozesse bestimmt das spezifische Erscheinungsbild der CNV in einer aktuellen experimentellen Situation (vgl. Abschnitt 5. 4.).

Im nächsten Abschnitt wird kurz auf die neuronalen Grundlagen der Generierung langsamer Potentiale eingegangen. Auch diese Ausführungen sollen in erster Linie begründen, warum davon ausgegangen werden kann, dass sich das Extraversionskonzept mit Hilfe langsamer Potentiale sinnvoll untersuchen lassen müsste.

## 5. 2. Neuronale Generierung der langsamen kortikalen Potentiale

Die EEG-Signale, die an der Schädeloberfläche gemessen werden, müssen immer als die summierte Aktivität einer Vielzahl elektrischer Prozesse unter Beteiligung vieler verschiedener neuronaler Strukturen verstanden werden. Es gibt viele Hinweise darauf, dass *Slow Wave*-Aktivität, die an der Kortexoberfläche abgeleitet wird, auf elektrophysiologische Veränderungen im Kortex zurückzuführen ist (zum Überblick z. B. Elbert & Rockstroh, 1987; Birbaumer et al., 1990). Da die kortikalen Signale große Amplituden (10-20  $\mu\text{V}$  und größer) besitzen, müssen sie auf „starke“ Dipolstrukturen zurückgehen, die relativ nahe am Ableitort der maximalen Amplitude liegen (zum Dipol-Modell, vgl. Birbaumer & Schmidt, 1991; Rockstroh, Elbert, Birbaumer, & Lutzenberger, 1982; Schandry, 1981). Tiefer liegende Strukturen kommen als direkte Generatoren der ereigniskorrelierten Aktivität nicht in Frage, da elektrische Impulse dort nicht in der Lage sind, solch große Amplituden am Skalp zu evozieren.

---

<sup>13</sup> Die Betrachtung ereigniskorrelierter Potentiale als Indikatoren für elektrische Verschiebungen in *bestimmten, klar umrissenen* Hirnregionen ist allerdings nicht unproblematisch: Zum einen muss man bedenken, dass gemessene Potentialdifferenzen im EEG immer nur die Aktivität relativ großer Hirnregionen wiedergeben können. Differenzierte Aussagen über spezifische Prozesse in kleineren Strukturen sind auf dieser Basis daher nicht möglich. Zum anderen ist der Schluss von kortikalen Potentialverschiebungen auf zugrunde liegende Generatorstrukturen nur unter der Annahme gerechtfertigt, dass der verantwortliche Dipol senkrecht zur Kortexoberfläche angeordnet ist. Aufgrund der starken Faltung des Neokortex ist dies jedoch nur in den seltensten Fällen sinnvoll anzunehmen. Es ist daher nicht möglich, von einer gemessenen Potentialverschiebung an einer Elektrode ohne Weiteres auf die Aktivität eines Dipols in direkt darunter liegenden, genau zu lokalisierenden Strukturen zu schließen. Dieser Umstand ist zu beachten, wenn die Identifizierung und Lokalisation der für einen bestimmten Prozess verantwortlichen Generatorstrukturen im Mittelpunkt des Interesses stehen.

Man geht heute davon aus, dass für die Elektrogenese langsamer Potentiale in erster Linie eine Synchronisation exzitatorischer (EPSP) und inhibitorischer (IPSP) postsynaptischer Potentiale an Zellkörpern und/oder apikalen Dendriten der Pyramidenzellen im Neokortex verantwortlich ist. Zum einen ist der relativ langsame Zeitverlauf der EPSP und IPSP dem des EEGs sehr ähnlich, zum anderen erlaubt die langgezogene, sich über mehrere Schichten hinziehende und senkrecht zum Kortex ausgerichtete Struktur der Pyramidenzellen die Entwicklung starker Feldpotentiale (*far field potentials*; Creutzfeldt, 1983). Die parallele Anordnung der Pyramidenzellen ermöglicht schließlich eine Aktivierungssummutation, wodurch die starken Potentialverschiebungen am Kortex erklärbar werden. Als "rhythmusgebende" Struktur für diese Synchronisation wird vor allem der Thalamus diskutiert, dessen unspezifische und spezifische Afferenzen an den Pyramidenzellen enden (Elbert, 1986) und hier zu den notwendigen Depolarisationen führen.

Einen zusätzlichen starken Hinweis bietet die Beobachtung, dass eine enge Verbindung zwischen der Polarität der postsynaptischen Potentiale (PSP) in den oberen Lagen des Kortex und der gleichzeitig gemessenen kortikalen Polarität besteht: Oberflächen-Negativität geht mit überwiegend exzitatorischen PSP in den oberen Schichten des Kortex einher. Während kortikaler Positivität wird dagegen eine deutliche Reduktion der exzitatorischen und ein Übergewicht der inhibitorischen PSP beobachtet. Dies legt auch eine *funktionale* Unterscheidung zwischen kortikalen Negativierung und Positivierung nahe. Negative Potentiale treten immer dann auf, wenn es zu einer *verstärkten* Synchronisation der Impulse aus dem Thalamus an den apikalen Dendriten kommt. Für den Organismus stellt dies einen elektrophysiologischen Mobilisierungszustand des betreffenden Areals dar, der der Vorbereitung einer zerebralen Leistung dient. Kortikale Positivierung geht dagegen entweder auf eine *verringerte* Synchronisation der thalamischen Impulsrate oder auf eine Erregung der tieferen, soma-nahen Rindenschicht zurück. Beides führt zu einer reduzierten Aktivität bzw. Deaktivität der entsprechenden kortikalen Areale und repräsentiert die Nutzung eines bereitgestellten zerebralen Potentials, also die zerebrale Leistung selbst (Rockstroh et al., 1982).

Elbert und Rockstroh (Elbert & Rockstroh, 1987; Rockstroh et al., 1989) gehen in diesem Zusammenhang davon aus, dass der ständige Wechsel kortikaler Positivierung und Negativierung auf einen fein abgestimmten Regulationsmechanismus zurückzuführen ist, dessen Aufgabe darin besteht, das kortikale Erregungsniveau zu jedem Zeitpunkt optimal an die aktuellen oder erwarteten Anforderungen anzupassen, um so eine effiziente Verarbeitung relevanter Informationen und ein situationsangepasstes, zielgerichtetes Verhalten zu ermöglichen. Nach ihrem Modell zeigen kortikale Negativierungen an, dass Erregungsschwellen in spezifischen kortikalen Arealen, aber auch in subkortikalen Strukturen herabgesetzt wurden, wodurch die Erregbarkeit und damit die Leistungsfähigkeit dieser Strukturen erhöht wird (Rockstroh, Mueller, Wagner, Cohen, & Elbert, 1993). Kortikale Positivierungen indizieren dagegen das Heraufsetzen eben dieser Schwellen, wodurch die Aktivität der jeweiligen Zellverbände reduziert oder sogar inhibiert wird (Rockstroh et al., 1992).

Die wichtigste Struktur, die heute mit der bio-elektrischen Aktivitätsregulierung in Verbindung gebracht wird, ist der Thalamus und hier vor allem der *Nucleus reticularis thalami* (Nc. RT). Er fungiert als eine Art Schleuse (*gate*) und bestimmt, wieviel an neuronaler Erregung an den Kortex weitergeleitet wird. Fast alle sensorischen Afferenzen werden in den Relaissystemen der thalamischen Kerne vor ihrer Weiterleitung zur Hirnrinde umgeschaltet. Sehr vereinfacht kann man sagen: Aktivierung des Nc. RT (z. B. durch Rückmeldung starker Aktivierung aus dem Frontalkortex) führt zu einer Reduzierung, Inhibition des Nc. RT (z. B. durch Aktivierung der *Formatio reticularis*) dagegen zu einer Erhöhung der kortikalen Reagibilität (Birbaumer & Schmidt, 1991; Skinner & Yingling, 1977). Diese Schwellenregulation erfolgt vor allem über Neurone der unspezifischen thalamischen Kerne, die zu Depolarisationen an den apikalen Dendriten führen.

Ein solch fein-abgestimmter Regulationsmechanismus kann jedoch nur dann optimal funktionieren und eine effiziente Verarbeitung relevanter Informationen gewährleisten, wenn die kontrollierenden Strukturen zu jedem Zeitpunkt darüber "informiert" sind, welche Zellverbände innerhalb des Systems bereits in welchem Ausmaß aktiviert sind. Jeder kortikale Zellverband sendet daher immer wieder Informationen über bereits bestehende und andauernde Aktivierung zurück. Diese Meldungen erreichen zunächst vor allem die Basalganglien (Striatum und Pallidum) (Rebert, Diehl, & Matteucci, 1993). Sehr vereinfacht lässt sich der Mechanismus wie folgt beschreiben (für Details siehe Elbert & Rockstroh, 1987): Das Striatum (hier v. a. der *nucleus caudatus*) erhält afferente Informationen aus weiten Teilen des Neokortex und leitet diese weiter an das Pallidum. Das Pallidum scheint vor allem für das Aufrechterhalten einer allgemeinen Reaktionsbereitschaft zuständig zu sein und ist aufgrund seiner vielfältigen Verschaltungen mit dem motorischen Kortex auch die maßgebliche Struktur in der Organisation motorischen Outputs. Das Pallidum schickt seine Afferenzen wiederum an den Thalamus und die Retikulärformation, wo eine kortikale Schwellenregulation initiiert wird, die die Aktivierung in den jeweiligen kortikalen Bereichen verändert. Die basalen Systeme verhindern so das Anwachsen der Erregung in den kortico-thalamischen Rückmeldekreisen, indem sie die Erregungsschwellen erhöhen, wenn die Aktivierung der kortikalen Module über eine kritische Schwelle steigt. So führt die Aktivierung des *nucleus caudatus* nach Durchlaufen dieser Schleife unter Umständen zu einem Schließen der thalamischen Schleuse und in Folge zu kortikaler Inhibition in den Arealen, aus denen zuvor Aktivierung gemeldet wurde. Der Frontalkortex greift modulierend in diesen kortikal-striatalen Hemmungskreis ein. Die neuronalen Verschaltungen dieser thalamo-kortikalen Schleife sind inzwischen hinreichend gut bekannt und dokumentiert (z. B. Birbaumer & Schmidt, 1991; Brooks, 1986; Elbert & Rockstroh, 1987; Marsden, 1982).

Durch die Rückkopplung zwischen kortikalen und thalamischen Strukturen folgen die kortikalen Aktivierungsmuster einer Art selbstregulierendem Prinzip: Wird ein funktionales Modul benötigt und muss daher besonders aktiviert werden, werden andere funktionale Einheiten über diese Regulationsschleife inhibiert, d. h. weggeschaltet. Aufgrund dieser funktionalen Zusammenhänge geht man daher davon aus, dass die kortikalen Muster, die durch eine solche

Regulation von Aktivierungsschwellen entstehen, die Verteilung aufmerksamkeitsbezogener und anderer kognitiver Ressourcen in einer gegebenen Situation widerspiegeln. Diese angenommenen Eigenschaften der langsamen Potentiale, für die es inzwischen viele empirische Hinweise gibt (dazu Rösler 1993; Rösler et al., 1991, 1997) sind es, die die Untersuchung höherer Funktionen der menschlichen Informationsverarbeitung mit Hilfe langsamer, ereigniskorrelierter Aktivität so vielversprechend erscheinen lassen.

### **5. 3. Die Relevanz langsamer kortikaler Potentiale für die untersuchte Fragestellung**

Die vorangegangenen Abschnitte sollten deutlich gemacht haben, warum das Heranziehen langsamer kortikaler Potentiale zur Untersuchung des Extraversionskonzeptes sinnvoll erscheint. Die biologisch orientierten Extraversions-theorien ziehen zur Erklärung extraversionbezogener Verhaltensunterschiede Unterschiede in kortikaler Aktiviertheit heran. In frühen Fassungen der Arousal-Theorie (Eysenck, 1967) wurden Unterschiede im habituellen, großflächigen Arousal-Niveau zwischen Introvertierten und Extravertierten aufgrund differentieller Aktivität des ARAS postuliert (vgl. Abschnitt 2. 4.). Heute besteht Einigkeit darüber, dass tonische Aktivierung in der Tat in erster Linie eine Funktion des mesencephalen Retikulärsystems ist. Die theoretischen Weiterentwicklungen in der Extraversionsforschung lenken heute den Blick jedoch zunehmend auf Unterschiede in einer situationspezifischen Erregbarkeit (*Arousability*) unterschiedlicher Funktionseinheiten im Gehirn in Reaktion auf die spezifischen experimentellen Bedingungscharakteristika (M.W. Eysenck, 1982; Eysenck & Eysenck, 1985). Eine solch phasische Erregung ist dagegen primär eine Funktion des retikulären Kerns des Thalamus in Zusammenarbeit mit der mesencephalen Retikulärformation (MRF), dem Frontalkortex und dem Neokortex. Eben dies sind die Strukturen, die an der Generierung und situationspezifischen Modulierung der langsamen kortikalen Potentiale beteiligt sind. Verknüpft man die Überlegungen zu den angenommenen Schwellenregulationen von Elbert und Rockstroh (Elbert & Rockstroh, 1987; Rockstroh et al., 1989) mit dem Extraversionskonzept nach Eysenck (1967), ließen sich Introvertierte sehr vereinfacht als diejenigen beschreiben, bei denen thalamische Strukturen aufgrund starker Impulsraten aus der *Formatio reticularis* stärker inhibieren, was durch die Weiterleitung über die unspezifischen thalamischen Neurone eine Herabsetzung der kortikalen Schwellen und damit eine verstärkte kortikale Reagibilität zur Folge hat. Wird diese starke Aktivierung des Kortex dann jedoch über die kortiko-thalamische Schleife zurückgemeldet, kommt es zu einer Gegenregulierung und verstärkter kortikaler Positivität. Möglicherweise ist dies der neurophysiologische Mechanismus, der der schnell einsetzenden reaktiven Hemmung zugrunde liegt. Bei diesem Versuch, persönlichkeitspsychologische und physiologische Annahmen mit einander zu verknüpfen, muss man sich allerdings darüber im Klaren sein, dass auf theoretischer Ebene im Prinzip

auch an jeder anderen Schaltstelle der thalamo-kortikalen Schleife differentielle Wirkmechanismen denkbar sind.

Das Brebner-Cooper-Modell macht keine expliziten Aussagen über die neurophysiologischen Grundlagen angenommener und beobachteter Verhaltensunterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten. Die dort formulierten Konzepte der Reizanalyse und Reaktionsorganisation lassen sich jedoch im Rahmen des Rösler-Modells (Abschnitt 5. 1.) langsamer Potentiale als verschiedene, sequentiell oder parallel angeordnete Phasen im Informationsverarbeitungsprozess beschreiben. Aufgaben, die sich im Ausmaß notwendiger Reizanalyse oder in den Anforderungen motorischer Reaktionen unterscheiden, sollten daher zu unterscheidbaren kortikalen *Slow Wave*-Mustern führen. Versucht man nun, die Überlegungen zur kortikalen Ressourcen-Verteilung auf die im Brebner-Cooper-Modell vorhergesagten Unterschiede zu beziehen, könnte man bei Introvertierten eine Aktivierung vor allem der kortikalen Module vorhersagen, die mit der Verarbeitung und aufgabenspezifischen Transformation sensorischen Inputs beschäftigt sind. Bei Extravertierten würde man dagegen eine verstärkte Aktivierung der Module vorhersagen, die für die Auswahl, Organisation und Initiierung situationsangepasster motorischer Reaktionen verantwortlich sind. Auch diese differentielle Zuteilung kognitiver Ressourcen müsste sich nach Rösler in klar unterscheidbaren Aktivierungs- und Deaktivierungsmustern auf der Schädeloberfläche niederschlagen.

Um diese sehr allgemeinen Vorhersagen im Rahmen einer konkreten Untersuchung spezifizieren zu können, ist es unabdingbar notwendig, die psychologischen Konzepte des zu untersuchenden Verhaltensbereiches weit differenzierter mit den psychophysiologischen Konzepten zu verzahnen. Eine EKP-Komponente ist nur dann in der Lage, vorhergesagte Verhaltensunterschiede abzubilden, wenn die funktionale Bedeutung dieser Komponente in einem spezifischen Untersuchungsparadigma sinnvoll mit den angenommenen psychologischen Konzepten in Verbindung gebracht werden kann, die dem beobachtbaren Verhalten zugrunde liegen sollen. Obwohl dies unmittelbar einleuchtet, liegt hier die größte Schwierigkeit einer theoriegeleiteten EKP-Forschung.

Die Untersuchungen, die im empirischen Teil dieser Arbeit vorgestellt werden, haben zum Ziel, die im Brebner-Cooper-Modell postulierten Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten in Bezug auf die Prozesse der Reizanalyse und Reaktionsorganisation auf kortikaler Ebene nachzuweisen. Eine EKP-Komponente, die auf funktionaler Ebene sowohl Aspekte der Reizanalyse als auch der Reaktionsorganisation in sich vereint, ist die *Contingent Negative Variation* (CNV). Sie wurde daher in der hier vorliegenden Arbeit gewählt, um die Modellvorhersagen mit Hilfe psychophysiologischer Maße empirisch zu prüfen. Die CNV wird im nächsten Abschnitt vorgestellt.

## 5. 4. Contingent Negative Variation

Die *Contingent Negative Variation* (Walter et al., 1964) ist neben der P3 (Sutton, Braren, Zubin, & John, 1965) eine der ältesten endogenen Komponenten. Dementsprechend umfangreich und vielfältig ist die Literatur zu ihren Eigenschaften. Ein allumfassender Überblick zu ihren verschiedenen Facetten und den unterschiedlichen Aspekten ihrer funktionalen Bedeutung würde den Rahmen dieser Arbeit bei Weitem übersteigen. Im Folgenden wird die CNV daher lediglich in ihren wichtigsten Grundzügen beschrieben. Dabei sollen vor allem die funktionalen Aspekte der CNV im Mittelpunkt stehen, die sie qualifizieren, die im Brebner-Cooper-Modell postulierten Prozesse der Reizanalyse und Reaktionsorganisation abzubilden.

Bei der *Contingent Negative Variation* handelt es sich um eine langsame negative Potentialverschiebung, die zwischen zwei Reizen auftritt, wenn zwischen ihnen eine zeitliche und/oder inhaltliche Kontingenenz besteht. Ein Paradigma, in dem die CNV stabil beobachtet wird, ist das sog. S1-S2-Paradigma. In diesem Paradigma fungiert ein erster Reiz (S1) als Signal- oder Warnreiz für einen zweiten Reiz (S2), der meist imperativen Charakter besitzt, d. h. auf den S2 erfolgt typischerweise eine Reaktion. Im Zeitintervall zwischen den beiden Reizen baut sich nach einigen hundert Millisekunden die langsame Negativierung auf, die kurz vor S2 ihr Maximum erreicht, jedoch die Darbietung des zweiten Reizes noch überdauert (Simson, Vaughan, & Ritter, 1977). Ungefähr 200 ms nach dem S2 endet die CNV in einer scharfen Positivierung, die man CNV-Auflösung (*CNV resolution*; Walter et al., 1964) nennt. In den meisten Untersuchungen wird nach dem S2 eine motorische Reaktion gefordert, jedoch wird die CNV auch dann beobachtet, wenn es sich bei der Reaktion um eine sensorische (Gaillard & Perdok, 1980; Lutzenberger, Elbert, Rockstroh, & Birbaumer, 1985) oder kognitive Leistung (Birbaumer, Lutzenberger, Elbert, Rockstroh & Schwarz, 1981; Leynes, Allen, & Marsh, 1998; Lutzenberger, Elbert, Rockstroh, & Birbaumer, 1982) handelt. In einigen Untersuchungen konnte sogar eine CNV ausgelöst werden, obwohl nicht reagiert werden musste (Donchin, Gerbrandt, Leifer, & Tucker, 1972; Frost, Neill, & Fenelon, 1988; Gaillard, 1977; Ruchkin, Sutton, Mahaffey, & Glaser, 1986). Ganz allgemein scheint die CNV eine kognitive Vorbereitung zu indizieren.

Bei kurzen Interstimulusintervallen (ISI) zwischen S1 und S2 tritt die CNV als monophasische Negativierung auf. Bei ISI von mehr als 4 s bildet sich dagegen stabil eine biphasische CNV aus. Die erste Subkomponente - in der Literatur häufig als *initial CNV* (iCNV) bezeichnet - weist eine frontal maximale Skalpverteilung auf und erreicht ihr Maximum etwa 1 s nach S1. Die zweite - sog. *terminal CNV* (tCNV) - besitzt ein Vertexmaximum und tritt kurz vor der Präsentation des S2 auf. Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Subkomponenten bei kürzeren ISI überlagern (Gaillard, 1977; Loveless & Sanford, 1975; Rohrbaugh & Gaillard, 1983; Rohrbaugh et al., 1986).

Eine Vielzahl von Untersuchungen beschäftigte sich in den letzten Jahrzehnten mit der funktionalen Bedeutung der CNV und ihrer Subkomponenten. Heute wird die CNV mit einer gan-

zen Reihe psychologischer Konstrukte in Verbindung gebracht (vgl. Überblicksartikel, z. B. Rockstroh et al., 1982; Rockstroh et al., 1989; Rohrbaugh & Gaillard, 1983; Tecce, 1972; Tecce & Cattanach, 1982). So scheint die CNV z. B. die subjektive Erwartung bezüglich des Auftretens des S2 und bestimmter Reiz-Reaktions-Kontingenzen zu reflektieren. Höchste CNV-Amplituden werden meist bei mittleren S2-Wahrscheinlichkeit beobachtet (z. B. Gaillard, 1977). Weiterhin werden die vorbereitenden Funktionen der CNV, die durch eine Erhöhung der kortikalen Aktiviertheit dazu beitragen, dass nachfolgende Prozesse erleichtert, d. h. beschleunigt werden, mit allgemein motivationalen Konzepten (*general drive state*) in Verbindung gebracht. So führt z. B. die Erwartung positiver Verstärker zu einer besonders ausgeprägten späten CNV (Chwilla & Brunia, 1991). Ein linear positiver Zusammenhang scheint zwischen CNV und Aufmerksamkeitsprozessen zu bestehen (Brunia, 1993a; Brunia & Damen, 1988; Gaillard, 1986; McCallum, 1988). Hierbei wird davon ausgegangen, dass es durch den Warnreiz (S1) zu einer Fokussierung und Bündelung von Kontrollfunktionen kommt, wodurch die nachfolgende Selektion relevanter Reizinformationen erleichtert werden soll (Tecce & Cattanach, 1982, 1987). Bei geteilter Aufmerksamkeit durch Distraktoren während des ISI oder durch Dual-Task-Situationen reduziert sich die CNV-Amplitude und die Reaktionszeit auf S2 verlängert sich (Tecce, 1972). Bei längeren Inter-Stimulus-Intervallen von 6 s scheint die zusätzliche ablenkende Stimulation jedoch nur die Amplitude der iCNV zu verringern, während die tCNV dagegen eher verstärkt wird (Rockstroh, Elbert, Lutzenberger, & Birbaumer, 1986).

Viele andere Untersuchungen weisen darauf hin, dass sich die iCNV und die tCNV in ihrer funktionalen Bedeutung voneinander unterscheiden. Die empirische Trennbarkeit der iCNV und tCNV durch differentielle Manipulationen belegt, dass den beiden Subkomponenten unterschiedliche Prozesse zugrunde liegen. Auch wenn es fraglich ist, ob sich auf kortikaler Ebene *rein* sensorische und *rein* motorische Funktionen unterscheiden lassen, so gibt es doch eine ganze Reihe empirischer Befunde, die die iCNV eher mit Prozessen der Informationsgewinnung und -evaluation, die tCNV dagegen eher mit Prozessen der Reaktionsvorbereitung in Zusammenhang bringen (vgl. Abschnitt 5. 5. und 5. 6.).

All diese Überlegungen zur funktionalen Bedeutung der CNV lassen sich gut in Einklang bringen mit Befunden der Tübinger Arbeitsgruppe, nach denen kortikale Oberflächennegativitäten als Zeichen erhöhter Erregbarkeit neuronaler Netze angesehen werden können (Rockstroh et al., 1993). Die Rolle des frontalen Kortex bei der Generierung der CNV wird in diesem Zusammenhang besonders diskutiert, da man inzwischen davon ausgeht, dass Areale im Frontalkortex Funktionen der Planung und Vorbereitung bereitstellen (Brunia, 1993a). Auch die biphasische Struktur in langen ISI lässt sich mit Hilfe des Schwellenregulationskonzeptes erklären (Elbert & Rockstroh, 1987; Brunia, 1993): Die Erwartung eines relevanten Reizes im CNV-Paradigma führt zum Herabsetzen der Schwellen und damit zu einer Negativierung. Würde diese erste, evaluative Negativierung der iCNV (*Verarbeitungsnegativität*) jedoch andauern, käme es bei langen Intervallen häufig zu vorschnellen Reaktionen. Die Reaktionsvorbereitung, die die tCNV (*Vorbereitungs-*

*negativität*) widerspiegelt, wird vom Organismus dagegen erst kurz vor der Darbietung des S2 benötigt. Dazwischen scheinen die kortikalen Schwellen daher noch einmal angehoben zu werden, was zu der häufig beobachteten Positivierung zwischen den beiden negativen Gipfeln führt. Aufgrund der Kontingenzen zwischen S1 und S2 scheint das Einspeisen der S1-Information in die thalamo-kortikale Schleife einen Schwellenregulation in Gang zu setzen, die eine Verarbeitung des S2 zeitlich präzise begünstigt. Deshalb ist die tCNV auch besonders ausgeprägt, wenn die Länge des ISIs konstant gehalten wird.

Da die iCNV und die tCNV in dieser Arbeit die zentralen Maße bei der Untersuchung des Brebner-Cooper-Modells darstellen, sollen die Zusammenhänge zwischen diesen beiden Komponenten und den Konzepten der Reizanalyse und Reaktionsvorbereitung in den nächsten Abschnitten etwas deutlicher herausgearbeitet werden.

## 5. 5. Die iCNV als Index der Reizanalyse

Die iCNV steht in Zusammenhang mit der Verarbeitung von Reiz-Reaktions-Kontingenzen und indiziert die Evaluation der Information des S1. Ihre frontal maximale Amplitude zeigt sich meist mit einer Latenz zwischen 400 und 800 ms (Gaillard, 1976; Loveless & Sanford, 1974; Loveless & Sanford, 1975; Rohrbaugh, Syndulko, & Lindsley, 1976; Zappoli, Versari, Paganini, Arnetoli, & et al., 1992). Bei schwierigeren Aufgaben, bei denen der S1 mehr aufgabenrelevante Information enthält, kann die iCNV ihre maximale Amplitude aber auch erst nach 1000 ms oder später erreichen (Fenk, 1978).

Neben ihrer Abhängigkeit von bloßen Reizcharakteristika des S1 (z. B. Intensität; Loveless & Sanford, 1975; Wahrscheinlichkeit; Rohrbaugh, Syndulko, & Lindsley, 1978; Modalität; Rohrbaugh, Syndulko, & Lindsley, 1979), nimmt ihre Amplitude umso mehr zu, je informationshaltiger und damit bedeutsamer der S1 für die spätere Reaktion auf S2 ist (Frost et al., 1988; Gaillard & Perdok, 1979, 1980; Gaillard & Beijsterveldt, 1991). Weiterhin hängt die iCNV von der Schwierigkeit der Gewinnung relevanter Informationen ab: Ihre Amplitude nimmt zu, je komplexer und damit schwieriger das Herstellen der S1-S2-Kontingenzen ist (Gopher & Donchin, 1985). Gaillard & Beijsterveldt (1991) konnten z. B. zeigen, dass die Amplitude der iCNV bei schwieriger akustischer Diskrimination auf S1 größer war als bei leichter Diskrimination der Töne. Dieser positive Zusammenhang scheint jedoch an seine Grenzen zu geraten, wenn die Schwierigkeit der Aufgabe zu hoch wird. Dann ist nämlich eine Reduzierung der iCNV-Amplitude zu beobachten, wodurch insgesamt ein umgekehrt u-förmiger Zusammenhang zwischen Aufgabenkomplexität und CNV-Amplitude entsteht, aber nur, wenn die Aufgaben sehr schwer sind. Dieser Effekt wird im Allgemeinen als Arousal-Effekt interpretiert (Poon, Thompson, & Marsh, 1976; Tecce, 1972; Tecce & Cattanach, 1982).

In Bezug auf die Generierung der iCNV werden aufgrund ihrer frontalen Topografie, aber auch aus funktionalen Überlegungen heraus, vor allem Strukturen im Frontalkortex diskutiert

(Low, 1986). Es wird davon ausgegangen, dass limbische Strukturen (vor allem *Nucleus medialis dorsalis*) den Frontalkortex aktivieren, um die Relevanz des aktuellen Reizereignisses festzustellen. Ist das Ereignis relevant für das Herstellen der S1-S2-Kontingenzen, aktiviert der Frontalkortex thalamische Strukturen, was zur Folge hat, dass die relevanten kortikalen Areale durch spezifische Aktivierungsmuster in einen Mobilisierungszustand versetzt werden (Skinner & Yingling, 1977). Allerdings gibt es auch andere Untersuchungen, die bei neurologischen Patienten trotz präfrontaler Läsionen keine Amplitudenreduzierung der iCNV fanden (Rosahl & Knight, 1995). Die Rolle des Frontalkortex bei der Generierung des frühen CNV scheint daher komplex (Rockstroh et al., 1989). Alles in allem scheint die iCNV ein geeignetes Maß zu sein, um Analyseprozesse bei aufgabenrelevanten Reizen abzubilden.

## 5. 6. Die tCNV als Index der Reaktionsorganisation

Die spätere, Vertex-maximale tCNV steht vor allem in Zusammenhang mit der Vorbereitung von Reaktionen, die nach S2 erfolgen sollen. Sie erreicht daher kurz vor S2 ihr Amplitudenmaximum und variiert mit Aufgabencharakteristika, die die Anforderungen an die Reaktionsvorbereitung manipulieren (z. B. Reaktionsmenge oder motorische Komplexität) (Gaillard & Perdok, 1980; Prescott, 1986). Besonders hohe Amplituden lassen sich bei komplexen Wahlreaktionen unter „Speed-Instruktion“ beobachten.

Die tCNV ist während der Vorbereitung motorischer Reaktionen besonders ausgeprägt (Gaillard, 1977; Gaillard, 1986; Rohrbaugh & Gaillard, 1983) und hat somit Ähnlichkeiten mit dem sog. Bereitschaftspotential (BP) (Kornhuber & Deecke, 1964; Kornhuber & Deecke, 1965; Rohrbaugh et al., 1976), das im Allgemeinen vor Willkürbewegungen auftritt. Lange wurde sogar davon ausgegangen, dass es sich bei den beiden langsamen Negativierungen um dasselbe neurophysiologische Phänomen handelt (Gaillard & Perdok, 1980). Für beobachtete Unterschiede zwischen den beiden Komponenten wurden lediglich die unterschiedlichen evozierenden Paradigmen (willkürliche Bewegungen ohne Stimulation vs. reizgesteuerte Reaktionen) und die unterschiedlichen Mittelungstechniken (reaktionsbezogene vs. reizbezogene Mittelung) verantwortlich gemacht. Aufgrund unterschiedlicher experimenteller Variationen (z. B. Anzahl der vorzubereitenden Bewegungen) und Effekte (z. B. unterschiedliche Lateralisierungen) geht man heute jedoch davon aus, dass die tCNV ein weit komplexeres Phänomen ist (Prescott, 1986; Van Boxtel & Brunia, 1994a; Van Boxtel & Brunia, 1994b).

Während das (lateralisierte) BP durch Aktivierung motorischer Areale als direkter Index der Bewegungsvorbereitung betrachtet werden kann (Hackley & Miller, 1995; Stief, Leuthold, Miller, Sommer, & Ulrich, 1998), scheint die tCNV auch noch andere funktionale Aspekte zu besitzen: Sie spiegelt neben den motorischen auch unspezifische Vorbereitungsprozesse wider, die mit der Erwartung bedeutsamer Reize und relevanter Informationen zusammenhängen (Brunia, 1993b; Damen & Brunia, 1994; Leynes et al., 1998; McCallum, 1988;

Rockstroh et al., 1989; Tecce & Cattanach, 1982; Van Boxtel, Van den Boogaart, & Brunia, 1993; Van Boxtel & Brunia, 1994b).

Die empirische Trennung der verschiedenen funktionalen Aspekte der tCNV erweist sich jedoch als schwierig und scheint sich vor allem in topografischen Unterschieden zu manifestieren. In einer ganzen Reihe von Untersuchungen fanden Van Boxtel und Brunia (Brunia, 1993b; Van Boxtel & Brunia, 1994a, 1994b) prozessspezifische Unterschiede in den Skalpverteilungen: Für die motorischen Vorbereitungsprozesse ergab sich ein zentrales Amplitudenmaximum, während sich die Erwartung eines relevanten, informationshaltigen S2 (im Sinne einer *stimulus preceding negativity*) eher an frontalen Elektroden zeigte.

Bei schwieriger Diskriminationsaufgabe auf S2 tritt die zentrale tCNV nur reduziert auf, was vermutlich darauf zurückzuführen ist, dass die motorische Vorbereitung durch die Erwartung einer schwierigen Reizanalyse eher unterdrückt wird (Gaillard & Perdok, 1980; Krijns, Gaillard, Van Heck, & Brunia, 1994). Dagegen nimmt ihre Amplitude zu, je komplexer die Reaktionssituation ist (Kakigi, Matsuda, & Ueda, 1985; zit. n. Rockstroh et al., 1989; Prescott, 1986). Für die funktionale „Zweiteilung“ der tCNV sprechen auch Untersuchungen, in denen eine tCNV auch ohne motorische Reaktion ausgelöst wurde, wenn der S2 mit aufgabenrelevanter Information belegt war (Donchin et al., 1972; Ruchkin et al., 1986; Van Boxtel & Brunia, 1994b). Ganz im Sinne der Rösler'schen Überlegungen (1991, 1997) zur situationsspezifischen Überlagerung verschiedener *Slow Waves* scheint die tCNV daher ein Konglomerat aus effektorspezifischer Vorbereitung, Erwartung relevanter Informationen sowie eine generelle Reaktionsbereitschaft zu indizieren, wobei die individuelle Ausprägung der verschiedenen Aspekte vom jeweiligen evozierenden Kontext abhängt.

Obwohl die tCNV geforderte Reaktionen vorbereitet und man daher einen Zusammenhang zwischen ihrer Amplitude und der Reaktionsgeschwindigkeit auf S2 erwarten würde, ist die Befundlage in diesem Bereich uneindeutig. Die tCNV tritt in experimentellen Situationen unter „Speed-Instruktion“ (Gaillard, Perdok, & Varey, 1980) verstärkt auf und es wurden auch häufiger inverse Zusammenhänge zwischen tCNV-Amplitude und der Reaktionszeit nach S2 gefunden (Macar & Vitton, 1980). Allerdings sind diese Zusammenhänge meist schwach und experimentelle Manipulationen (z. B. Schlafdeprivation) zeigen eine klare Dissoziation beider Maße (z. B. Prescott, 1986). Viele Autoren gehen daher heute davon aus, dass tCNV-Amplitude und Reaktionsgeschwindigkeit in Untersuchungen mit langen ISI und komplexeren Wahlreaktionen weitgehend unabhängig voneinander sind (zum Überblick McCallum & Curry, 1993; Rockstroh et al., 1989). Vor dem Hintergrund, dass die tCNV-Amplitude nicht nur die Bewegungsvorbereitung allein widerspiegelt und dass auch die Reaktionszeit verschiedene Aspekte der Bewegungsausführung (Vorbereitung, Initiierung, Bewegung) beinhaltet, ist ein direkter linearer Zusammenhang zwischen den beiden Maßen allerdings auch nicht sinnvoll anzunehmen. Gerade in Bezug auf das Brebner-Cooper-Modell könnte daher die Betrachtung der tCNV-Amplitude Aufschluss über Prozesse und Unterschiede in der Reaktionsvorbereitung geben, die sich in den Reaktionszeiten nicht oder in anderer Form widerspiegeln.

## 6. CNV und Extraversion

Studien, die explizit den Zusammenhang zwischen Extraversion und CNV untersuchen, gibt es wenige (dazu Gale, 1973; Bartussek, 1984) und auch dieser Bereich der psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung ist in erster Linie von empirischer Inkonsistenz geprägt. Im Folgenden soll kurz herausgearbeitet werden, wo die Schwierigkeiten bisheriger Forschung liegen.

Die meisten der Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Extraversion und CNV beziehen sich theoretisch noch heute fast ausschließlich auf das Zwei-Prozess-Modell von Tecce (Tecce, 1972). In diesem Modell verknüpft Tecce beide Bereiche mit Hilfe des Arousal-Konzeptes und postuliert einen umgekehrt u-förmigen Zusammenhang zwischen CNV-Amplitude und dem kortikalen Erregungsniveau. In Bezug auf extraversionsbezogene Unterschiede wurde aus dem Modell die Vorhersage abgeleitet, dass die CNV-Amplitude Introvertierter umso stärker reduziert wird, je komplexer und schwieriger, d. h. „erregender“, die experimentelle Situation gestaltet ist. Um zu dieser Vorhersage zu kommen, sind jedoch verschiedene theoretische Annahmen notwendig. Zum einen muss man von einem habituell niedrigeren Erregungsniveau bei Extravertierten ausgehen, zum anderen muss man mit Hilfe des Yerkes-Dodson-Gesetzes eine Verbindung zwischen kortikalem Arousal, Aufgabenschwierigkeit und individueller Leistung herstellen. Dieses Gesetz kann jedoch hier nur dann zur Anwendung kommen, wenn man zusätzlich annimmt, dass die CNV-Amplitude in einem positiven Zusammenhang zu verschiedenen Leistungsmaßen steht bzw. dass sie selbst ein physiologisches Maß für kortikale „Leistungsfähigkeit“ darstellt. Die meisten der bisherigen Untersuchungen ziehen (mehr oder weniger explizit) diese Rationale als theoretische Begründung heran (Dincheva, Piperova-Dalbokova, & Kolev, 1984; Dincheva & Piperova-Dalbokova, 1982; Lolas & Andraca, 1977; O'Connor, 1980, 1982, 1983, 1986; Piperova-Dalbokova & Dincheva, 1984; Werre, 1987; Werre, Faverey, & Janssen, 1975; Werre, Mattie, Fortgens, Berretty, & Sluiter, 1994). Dennoch sind die Ergebnisse widersprüchlich. In einer Studie von Dincheva & Piperova-Dalbokova (1982) wurden z. B. Unterschiede in der CNV-Entwicklung bei wechselnder Reizmodalität des S1 und S2 untersucht. Aus der Arousal-Theorie (Eysenck, 1967) zusammen mit der Annahme, dass zerebrale Strukturen nur eine begrenzte Kapazität zur Ausbildung negativer Potentialverschiebungen haben, wurde die Hypothese abgeleitet, dass eine zusätzliche Aktivierung durch Modalitätswechsel bei Introvertierten zu „Deckeneffekten“ und dadurch zu reduzierten CNV-Amplituden und langsameren Reaktionszeiten führen müsste. Vor allem an zentralen Elektroden wurden auch tatsächlich größere CNV-Amplituden bei Extravertierten im Vergleich zu Introvertierten gefunden. Die Reaktionszeiten beider Gruppen unterschieden sich ebenfalls in der erwarteten Richtung, der Unterschied wurde jedoch statistisch nicht signifikant. In einer sehr ähnlichen Untersuchung (Piperova-Dalbokova & Dincheva, 1984) führte der Modalitätswechsel dagegen sowohl bei Extravertierten als auch bei Introvertierten zu einer Verkleinerung der CNV am An-

fang eines jeden Blocks. In einer dritten Studie (Dincheva et al., 1984) wurde der Einfluss zusätzlicher ablenkender Reize zwischen den Trials untersucht. Auch hier wurde vermutet, dass Distraktoren das Hyperarousal Introvertierter noch verstärken, wodurch es zu einer stärkeren Reduzierung der CNV-Amplitude kommen sollte als bei Extravertierten. Diesmal ergaben die Ergebnisse das Gegenteil: Zum einen zeigten Extravertierte in einer Kontrollbedingung ohne Distraktoren (= niedriges Arousal) höhere CNV-Amplituden als Introvertierte, zum anderen bewirkte die Ablenkung durch Distraktoren bei Extravertierten eine weit stärkere Reduzierung der CNV. Beide Ergebnisse widersprechen den Vorhersagen aus der Arousal-Theorie.

Vor allem Werre (1975, 1987, 1994) bemühte sich um die explizite Konstruktion einer umgekehrt u-förmigen Funktion zwischen situationsevoziertem Arousal und CNV-Amplitude bei Extravertierten und Introvertierten. Betrachtet man seine Arbeiten aber genauer, so stellt man fest, dass diese Art der Untersuchungen mit den gleichen Schwierigkeiten verbunden ist, die sich auch bei der Verwendung von Verhaltens- und Leistungsmaßen für die Untersuchung des Extraversionskonzeptes problematisieren lassen: Jedes empirische Ergebnis lässt sich modelkonform interpretieren, indem man sowohl die verschiedenen experimentellen Bedingungen als auch die Extraversionsgruppen post hoc an der entsprechenden Stelle der Funktion platziert. Die Annahmen darüber, welche Bedingungen zu einer Erhöhung bzw. Reduzierung des situationalen Arousal führen, wirken dabei allerdings häufig intuitiv und wenig konsistent. Hier nur ein Beispiel: Werre beschreibt Untersuchungen von Ashton (Ashton, Millman, Telford, & Thompson, 1974) und Janssen (Janssen, Mattie, Plooij Van Gorsel, & Werre, 1978), die beide die differentielle Wirkung von Koffein und Benzodiazepinen auf die CNV-Amplitude bei Extravertierten und Introvertierten untersuchten und zu entgegengesetzten Ergebnisse kamen. Zur Auflösung dieses Widerspruchs zieht Werre einen Unterschied in der experimentellen Prozedur zwischen den beiden Untersuchungen heran: Bei Janssen et al. saßen die Vpn isoliert in einer Versuchskabine, während die Versuchspersonen bei Aston et al. jeweils zu dritt an der Untersuchung teilnahmen und dabei zusätzlich von mehreren Personen umgeben waren, die in regelmäßigen Abständen physiologische Maße erhoben (Pulsrate, Blutdruck, Fingertemperatur). Werre geht nun davon aus, dass die „stressreiche“ Isolierung bei Janssen et al. zu einer Erhöhung des Arousal geführt habe, während der soziale und physische Kontakt zwischen Vpn und Experimentatoren bei Aston et al. die Angst und damit das Arousal der Vpn reduziert haben sollte (Werre, 1987, S. 68). Diese Erklärung widerspricht jedoch Ergebnissen aus der Forschung zum „*personal space*“, wo mehrfach gezeigt werden konnte, dass die nahe Anwesenheit und der physische Kontakt mit wenig vertrauten Personen zu einer Erhöhung der physiologischen Aktivierung führt (dazu z. B. Katsikitis & Brebner, 1981). Viele andere Beispiele für das mehr oder weniger willkürliche „Schieben“ experimenteller und persönlichkeitsbezogener Gegebenheiten entlang der umgekehrt u-förmigen Funktion ließen sich hier anführen. Bei diesem Vorgehen bringt die Verwendung psychophysiologischer Maße zur Objektivierung von Unterschieden jedoch kaum Vorteile

gegenüber Untersuchungen mit Verhaltens- und Leistungsmaßen und treibt die psychophysiologische Persönlichkeitsforschung daher wenig voran.

Die Schwierigkeit, Arousal-erhöhende bzw. -reduzierende Bedingungen zu objektivieren, haben zu einer Reihe von Studien geführt, die die differentielle Wirkung pharmakologischer Substanzen auf die CNV im Zusammenhang mit Extraversion untersuchten (z. B. Ashton et al., 1974; Janssen et al., 1978; O'Connor, 1982, 1983, 1986). Die Grundidee dieser Untersuchungen besteht darin, über die Gabe von stimulierenden oder hemmenden Substanzen das individuelle Exzitations-Inhibitions-Gleichgewicht zu verändern und zu beobachten, wie sich dies auf die verschiedenen Maße auswirkt. Der Vorteil solcher Untersuchungen wird darin gesehen, dass die Wirkung der verwendeten Substanzen auf kortikales Arousal meist bekannt und nachgewiesen ist, wodurch der Einfluss auf die CNV fundierter vorhergesagt werden sollte. In diesen Untersuchungen wird in den meisten Fällen Koffein als großflächiger kortikaler Stimulant eingesetzt, der im Allgemeinen zu einer Erhöhung der CNV-Amplituden führen soll. Als kortikale Repressoren werden Benzodiazepine verwendet (Nitrazepam bei Aston et al., 1974; Chlordiazepoxid bei Janssen et al., 1978), die über ihre hemmende Wirkung auf Strukturen des Hirnstamms und des limbischen Systems zu einer Reduktion kortikalen Arousal und der CNV-Amplitude führen sollen. Untersuchungen mit Nikotin weisen dagegen eher auf eine duale Wirkung hin, die abhängig von anderen (auch individuellen) Faktoren sowohl einen stimulierenden als auch einen inhibierenden Effekt entfalten kann (O'Connor, 1982, 1983, 1986). Differentielle Unterschiede wurden in diesen Untersuchungen mit Hilfe der Annahme habitueller Erregungsunterschiede und unter Berücksichtigung des sog. „Drogenpostulats“ (Eysenck, 1963) vorhergesagt. Doch auch diese Untersuchungen und ihre Ergebnisse sind für den Nachweis genereller Unterschiede zwischen Introvertierten und Extravertierten nicht unproblematisch. Zum einen haben die untersuchten Substanzen zwar einen Effekt auf die kortikale Erregung, es ist jedoch noch nicht im Letzten geklärt, inwieweit es sich hier um direkte und/oder indirekte Wirkungen handelt. Da die Gabe pharmakologischer Substanzen auch andere physiologische Veränderungen zur Folge hat (z. B. Erhöhung der zerebralen Blutflusses, Veränderungen des Herzschlages und des Blutdruckes etc.), die sich wiederum in komplexer Weise auf kortikale Maße im EEG auswirken können, müssten zunächst die genauen Wirkmechanismen und ihre Effekte auf die verschiedenen Ebenen der Erregungsregulierung geklärt werden. Aufgrund von Überlegungen zur Arousal-Spezifität (M. Eysenck, 1982) muss man sich weiterhin fragen, inwieweit Erregungszustände, die durch verschiedene Substanzen (z. B. Chlordiazepoxid vs. Nitrazepam) induziert wurden, miteinander vergleichbar sind. Genauso darf der Einfluss der Dosierung und eventueller Nebenwirkungen nicht unberücksichtigt bleiben (Eysenck & Eysenck, 1987). Schließlich und endlich stellt sich natürlich auch die generelle Frage, inwieweit sich Ergebnisse aus pharmakologischen Untersuchungen auf allgemeine Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten generalisieren lassen. All diese Schwierigkeiten haben auch in diesem Forschungsbereich zu zum Teil inkonsistenten Ergebnissen geführt. Auf die einzelnen Untersuchungen wird daher hier nicht näher eingegangen.

Die meisten der Untersuchungen zu Extraversion und CNV sind nur schwer auf das Brebner-Cooper-Modell zu beziehen, da die Anforderungen an Reizanalyse oder Reaktionsvorbereitung bzw. Reaktionskomplexität nicht systematisch variiert wurden. Nur in wenigen Studien wurde versucht, die beiden CNV-Komponenten mit Extraversion *und* mit unterschiedlichen Aufgabentypen in Verbindung zu bringen (O'Connor, 1983; Plooij-van-Gorsel, 1981; Stelmack et al., 1993).

In der Studie von Plooij-van-Gorsel (1981) wurden an insgesamt 120 Versuchspersonen die Fragen untersucht, inwieweit sich die Belegung des S1 bzw. des S2 mit reaktionsrelevanter Information auf die beiden CNV-Komponenten auswirkt und ob sich der Einfluss des Informationsgehaltes in Abhängigkeit von Persönlichkeitsvariablen (Extraversion und Neurotizismus) unterschiedlich auswirkt. Dabei wurden drei Bedingungen realisiert, die sich in ihrer Aufgabenkomplexität unterscheiden sollten: In einem Block sollte auf eine einfache S1(Ton)-S2(Licht)-Abfolge mit schnellem Tastendruck reagiert werden. Zwei weitere Blöcke beinhalteten zusätzlich Diskriminationsaufgaben mit Wahlreaktionen, bei denen entweder S1 (hoher vs. tiefer Ton) oder S2 (weißes vs. rotes Licht) die aufgabenrelevante Information enthielt. Es wurde vermutet, dass die Informationsverlagerung auf S1 zu einer erhöhten iCNV, die Verlagerung der relevanten Information auf S2 zu einer Erhöhung der tCNV führen würde. Die Autorin geht nach ihren Ergebnissen davon aus, dass es nicht gelungen ist, ein höheres Arousal bei Introvertierten gegenüber Extravertierten nachzuweisen. Es ergaben sich weder ein Extraversionshaupteffekt, noch eine bedeutsame Interaktion zwischen Extraversion und den verschiedenen Aufgaben auf irgendeiner der betrachteten psychophysiologischen Variablen. Lediglich bei labilen, introvertierten Patienten zeigte sich die erwartete Erhöhung der Amplitude und eine Verlängerung der Latenz der iCNV bei informationshaltigem S1. Ein Anstieg der tCNV bei informationshaltigem S2 konnte nicht beobachtet werden. Dieses Ergebnis zusammen mit der deutlichen Verlängerung der Reaktionszeiten in dieser Bedingung brachte die Autorin zu dem Schluss, dass die Unsicherheit bezüglich der Reaktion zum Zeitpunkt des S2 zu einer nur unzureichenden Vorbereitung der motorischen Reaktion geführt habe.

Zu einem ähnlichen Schluss kam auch O'Connor (1982, 1986). Er untersuchte den Einfluss des Rauchens auf die CNV bei Extravertierten und Introvertierten in einer einfachen Reaktionszeit-Aufgabe im Vergleich zu einer Wahlreaktionsaufgabe. Es zeigte sich, dass die iCNV in der Wahlreaktionsbedingung, in der der Focus auf Reizselektion lag, größer und bei Extravertierten stärker ausgeprägt war. Weiterhin zeigte die tCNV in dieser Untersuchung ein frontales Maximum im Gegensatz zum zentralen Maximum, welches typischerweise während der Vorbereitung motorischer Reaktionen auftritt. O'Connor vermutet, dass diese topografische Verschiebung darauf zurückzuführen ist, dass die beiden Reaktionszeitaufgaben nicht geblockt, sondern randomisiert innerhalb eines Blocks auftraten, so dass in jedem Trial Unsicherheit bezüglich des S2 bestand. Dadurch wurde eine vollständige Reaktionsvorbereitung erschwert und die erforderliche Analyse der Reizeigenschaften des S2 erhöht. Extraversionsbezogene Effekte auf die tCNV wurden hier jedoch nicht beobachtet.

Die fehlenden Extraversionshaupteffekte in den Untersuchungen von Plooij-van-Gorsel (1981) und O'Connor (1982) scheinen auch zu belegen, dass sich Unterschiede in den kortikalen Reaktionen Extravertierter und Introvertierter vor allem in den Interaktionen mit den Anforderungen der verschiedenen experimentellen Situationen bzw. Bedingungen zeigen. Dies steht in gutem Einklang mit dem Brebner-Cooper-Modell.

Eine der ganz wenigen Untersuchungen, in denen explizit auf das Brebner-Cooper-Modell Bezug genommen wird, ist die Untersuchung von Stelmack, Houlihan und McGarry-Roberts (1993). Sie verwendeten sechs verschiedene Aufgaben, die von einfachen Reaktionsaufgaben, über Wahlreaktionen, bis hin zu physikalischen, semantischen und kategorialen Vergleichen von Wörtern im S1-S2-Paradigma reichten. Es sollte untersucht werden, wie sich die zunehmende kognitive Komplexität in der Reizanalyse auf verschiedene zentrale Verarbeitungs- und Reaktionsaspekte bei Introvertierten und Extravertierten auswirkt. Neben der P3-Latenz (als Index reaktionsunabhängiger Evaluationszeit) und der tCNV-Amplitude (als Index motorischer Vorbereitung) wurden auch Verhaltensmaße erhoben. Dabei versuchten Stelmack et al. verschiedene Aspekte der Reaktionsausführung getrennt zu erfassen: Die Vpn hielten zu Beginn der Trials eine mittlere Taste (*home-button*) gedrückt. Je nach Analyseergebnis sollte nach dem S2 eine Taste links oder rechts von diesem *home-button* gedrückt werden. Als Reaktionszeit wurde die Zeit von der Darbietung des S2 bis zum Verlassen des *home-button* gemessen. Dieses Maß sollte die Geschwindigkeit zentraler Verarbeitung und Reaktionsinitiierung abbilden. Zusätzlich wurde die Bewegungszeit (Zeit zwischen dem Verlassen des *home-button* und dem folgenden Tastendruck) erfasst und als Index für die motorische Geschwindigkeit herangezogen. Nach dem Brebner-Cooper-Modell vermutete Stelmack vor allem, dass Introvertierte schnellere P3-Latenzen zeigen müssten, was ihre Tendenz zur S-Exzitation widerspiegeln sollte. Extravertierte sollten sich dagegen aufgrund hoher R-Exzitation durch schnellere Reaktions- und Bewegungszeiten auszeichnen. Die Auswertung der Daten erfolgte über Korrelationen zwischen den abhängigen Maßen und verschiedenen Fragebogenskalen. Es ergaben sich in dieser Untersuchung keinerlei konsistente Zusammenhänge zwischen den Extraversionswerten der Vpn und den elektrokortikalen Maßen. Ein solcher Zusammenhang konnte lediglich für die Bewegungszeit festgestellt werden: Hohe Extraversionswerte waren in allen Aufgaben mit kürzeren Bewegungszeiten verbunden. Stelmack geht daher davon aus, dass sich Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten vor allem in der Ausführung motorischen Verhaltens niederschlagen (dazu auch O'Connor, 1983; Stelmack & Plouffe, 1983). Er resümiert weiter, dass es aufgrund seiner Ergebnisse keine Belege dafür gebe, dass sich Extraversion auf die zentralen Prozesse der Reizanalyse und Reaktionsorganisation auswirke.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bisher keine gesicherten Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Extraversion und CNV-Entwicklung zu existieren scheinen. Neben der Tatsache, dass auch hier zum Teil sehr kleine Stichproben verwendet wurden (Dincheva et al., 1984; Dincheva & Piperova-Dalbokova, 1982; O'Connor, 1980, 1986), können eine

Reihe theoretischer, wie auch empirischer Probleme in der bisherigen Forschung unter Umständen dafür verantwortlich gemacht werden. Einige zentrale Punkte sollen im Folgenden noch einmal kurz zusammengefasst werden.

Die Untersuchungen gehen extraversionstheoretisch fast ausnahmslos von Unterschieden im habituellen Erregungsniveau (Arousal) zwischen Extravertierten und Introvertierten aus. Zwar lassen sich einige empirische Ergebnisse (unter Hinzunahme verschiedener Zusatzannahmen) in dieser Richtung interpretieren, dennoch erscheint der Nachweis solch allgemeingültiger, habitueller Unterschiede auf physiologischer Ebene bis heute nicht erbracht (vgl. Kapitel 4). Eysenck selbst entfernte sich Mitte der Achtziger Jahre auf theoretischer Ebene von der strengen Annahme genereller Arousal-Niveau-Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten. Er betonte zunehmend die spezifischen Charakteristika *verschiedener* Arousal-induzierender Bedingungen und forderte die verstärkte Berücksichtigung situationaler und individueller Faktoren innerhalb spezifischer experimenteller Situationen (Eysenck, 1987; Eysenck & Eysenck, 1987). Es ist daher durchaus möglich, dass viele der empirischen Ergebnisse, die nicht mit den a priori Hypothesen übereinstimmten, darauf zurückgehen, dass den situativen Charakteristika zu wenig Beachtung geschenkt wurde und die Hypothesenbildung entsprechend zu unspezifisch erfolgt ist.

Bei der Verknüpfung der verhaltensorientierten Extraversionsforschung mit der Psychophysiologie fällt dieser Punkt noch weit schwerer ins Gewicht. Die verschiedenen Komponenten des ereigniskorrelierten Potentials - und hier vor allem die endogenen, langsamen Potentiale - variieren in hohem Maße mit dem jeweiligen experimentellen Paradigma und dem situationalen Kontext. Ihr Erscheinungsbild und ihre funktionale Bedeutung ist abhängig von Aufgabencharakteristika genauso wie von internen Faktoren der Person (wie Aufmerksamkeit oder Erwartung). Will man sich der Methodik der Elektrophysiologie bedienen und das ereigniskorrelierte Potential zur Erforschung psychologischer Konzepte nutzen, so muss man diesen Umstand bei der Gestaltung der Untersuchungen wie auch bei der Hypothesenbildung berücksichtigen. In vielen der vorher erwähnten Untersuchungen scheinen die verschiedenen funktionalen Aspekte der CNV und ihrer Subkomponenten allerdings zu wenig berücksichtigt worden zu sein. Dies soll durch einige Beispiele belegt werden.

Entgegen aller anderen theoretischen Überlegungen und empirischen Befunde zu kortikalen Oberflächennegativitäten als Index erhöhter kortikaler Erregung (z. B. Rösler & Heil, 1991; Rösler, 1993; Rösler et al., 1997; Rockstroh et al., 1989, 1992, 1993) geht Werre davon aus, dass es sich bei der CNV um ein „Inhibitionsphänomen“ handelt (Werre, 1987; Werre et al., 1975, 1994). Er schließt dies aus der Beobachtung höherer CNV-Amplituden bei Extravertierten auf einfache Ton-Licht-Sequenzen zusammen mit der Annahme Eysencks, dass sich Extravertierte durch niedriges kortikales Arousal, aber hohe Inhibitionsneigung auszeichnen. Diese inhibitorische Auffassung der CNV scheint heute weder vor dem Hintergrund der vielfältigen CNV-Literatur, noch im Rahmen physiologischer Erkenntnisse über die Generierung kortikaler Potentialverschiebungen haltbar (vgl. Abschnitt 5. 2.).

Ein weiteres, eher methodisches Beispiel liefert die Untersuchung von Plooij-van-Gorsel (1981). Die Belegung des S2 mit aufgabenrelevanter Information führte in dieser Untersuchung nicht zu dem erwarteten Anstieg der tCNV-Amplitude. Die Autoren schlossen daraus, dass die tCNV nicht direkt mit der Informationsmenge des S2 in Verbindung steht. In der all-gemeinpsychologischen Literatur zur CNV wird jedoch deutlich, dass sich die Erwartung relevanter Informationen auf dem S2 vor allen in einer Amplitudenerhöhung an frontalen Elektroden widerspiegelt (Loveless & Sanford, 1974; Leynes, Allen & Marsh, 1998; Van Boxtel, Van den Boogaart & Brunia, 1993; Brunia, 1993; Van Boxtel & Brunia, 1994; Damen & Brunia, 1994; Rockstroh, Elbert, Canavan, Lutzenberger & Birbaumer, 1989). In der Untersuchung von Plooij-van-Gorsel wurde das EEG aber nur an Cz (und P3 gegen O2?) abgeleitet, frontale Elektroden blieben völlig unberücksichtigt. Ähnliche Schwierigkeiten bei der Bestimmung der abhängigen Maße finden sich auch in anderen Untersuchungen (Lolas & Aguilera, 1982).

Einige der widersprüchlichen Ergebnisse mögen auch durch Konfundierung der CNV-Subkomponenten zustande gekommen sein. In vielen Untersuchungen (z. B. O'Connor, 1980, Stelmack et al., 1993; Piperova-Dalbukova et al., 1984; Dincheva & Piperova-Dalbukova, 1982; Ashton et al., 1974; Lolas & de Andraca, 1977) wurden Inter-Stimulus-Intervalle von 700 - 1500 ms zwischen S1 und S2 realisiert. In solch kurzen Intervallen kann es zu einer Überlagerung der funktional getrennten iCNV und tCNV kommen (Gaillard, 1977; Loveless, 1975; Rohrbaugh & Gaillard, 1983). Unterschiedliche Extraversionseffekte auf den beiden Subkomponenten in Abhängigkeit von der jeweiligen experimentellen Situation konnten daher in diesen Untersuchungen aufgrund der Darbietungsprozedur nicht differenziert beobachtet werden, was die Interpretation der Befunde erschwert.

Um den Zusammenhang zwischen Extraversion und CNV-Amplitude zu untersuchen, müssten daher vermehrt Studien durchgeführt werden, die sich sowohl auf theoretischer, als auch auf empirischer Ebene um eine Verknüpfung der beiden Forschungsbereiche bemühen. Dabei müssen die Annahmen über eine differentielle kortikale Erregbarkeit von Introvertierten und Extravertierten im situativen Kontext mit fundierten Annahmen zur Funktionalität der CNV-Subkomponenten im experimentellen Paradigma verknüpft werden. Experimentelle Variationen müssen so gestaltet sein, dass sie die kortikale Erregung, wie sie in den CNV-Komponenten abgebildet wird, kontrolliert manipulieren.

## 7. Ziele der empirischen Untersuchungen

Das Brebner-Cooper-Modell sagt vorher, dass Introvertierte und Extravertierte mit unterschiedlichen Exzitations- und Inhibitionsprozessen auf die situativen Anforderungen an Reizanalyse und Reaktionsorganisation reagieren. Das übergeordnete Ziel der nun folgenden empirischen Arbeiten war es zu untersuchen, ob sich die aus dem Modell vorhergesagten Unterschiede zwischen extravertierten und introvertierten Personen auf kortikaler Ebene nachweisen lassen.

Eine Untersuchung des Brebner-Cooper-Modells mit Hilfe des EEGs muss vor allem zwei Dinge leisten:

1. Es müssen geeignete elektrokortikale Maße identifiziert werden, die sich sinnvoll mit den theoretischen Konstrukten des Modells in Verbindung bringen lassen.
2. Es muss ein Untersuchungsparadigma gewählt werden, welches es ermöglicht, Reizanalyse und Reaktionsorganisation unabhängig voneinander zu variieren und zu beobachten.

Nach der Literatur erscheint die *Contingent Negative Variation* (CNV) im EKP ein geeigneter Indikator zu sein, um Prozesse abzubilden, die sowohl mit der Analyse von Reizen, als auch mit der Vorbereitung von motorischen Reaktionen in Verbindung gebracht werden können (vgl. Abschnitt 5. 4.). Dies zum einen aufgrund theoretischer Überlegungen zur funktionalen Bedeutung der CNV, zum anderen aber auch, weil das klassische Untersuchungsparadigma der CNV - das S1-S2-Paradigma - Möglichkeiten bietet, die Komplexität der erforderlichen Reizanalyse und die Anforderungen an die auszuführende Reaktion unabhängig voneinander so zu manipulieren, wie es für eine differenzierte Untersuchung des Brebner-Cooper-Modells nötig ist.

Nach dem Modell von Brebner & Cooper (1974) sollen Introvertierte in Leistungssituationen dann besser sein als Extravertierte, wenn die gestellte Aufgabe hohe Anforderungen an die Reizanalyse stellt, da dies bei Introvertierten zu erhöhter Erregung führt, bei Extravertierten hingegen zu kortikaler Deaktivierung („Hemmung“) und damit zu Leistungseinbußen. Extravertierte beziehen das notwendige Arousal dagegen über die Vorbereitung der geforderten Reaktion (Reaktionsorganisation), die bei Introvertierten eher kortikale Hemmung erzeugt.

In den folgenden Untersuchungen wurde daher das Ausmaß kortikaler Aktivierung und Deaktivierung bei Introvertierten und Extravertierten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Anforderungen an Reizanalyse und Reaktionsorganisation über die CNV im ereigniskorrelierten Potential gemessen werden. Im ersten Experiment wurde die Variation der Anforderungen an die Reizanalyse bei konstanter und geringer Reaktionsorganisation realisiert. Das zweite Experiment beschäftigte sich mit Unterschieden in der kortikalen Vorbereitung verschiedener motorischer Reaktionen. Es wurde davon ausgegangen, dass sich Unterschiede in

der Reizanalyse in der *initial* CNV (iCNV), Unterschiede in der Reaktionsorganisation dagegen in der *terminal* CNV (tCNV) abbilden lassen (vgl. Abschnitte 5. 5. und 5. 6.).

Die operationale Umsetzung und Manipulation der beiden Modell-Komponenten ist jedoch nicht ganz einfach. Brebner selbst äußert sich in seiner Modell-Formulierung nicht explizit zu der Frage, wodurch sich aufwändige Reizanalyse oder Reaktionsorganisation auszeichnen (vgl. Abschnitt 3. 5.). Aus seiner Arbeitsgruppe sind sowohl Studien hervorgegangen, in denen die *Menge* der Analyse (z. B. Reizfrequenz) bzw. der Reaktionen (z. B. Reaktionsrate) variiert wurde, als auch Studien, in denen die *Schwierigkeit* der entsprechenden Prozesse (z. B. leichte vs. schwere Diskriminierbarkeit; einfacher Tastendruck vs. komplexe Tastenabfolge) manipuliert wurde. Hier bedarf es einer empirischen Spezifizierung der theoretischen Konzepte.

Zusammenfassend ergeben sich daraus drei Ziele für die folgenden Untersuchungen:

- Es soll geprüft werden, ob sich die aus dem Brebner-Cooper-Modell abgeleiteten Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten auf elektrokortikaler Ebene im ereigniskorrelierten Potential nachweisen lassen.
- Die CNV-Subkomponenten (iCNV und tCNV) sollen als elektrophysiologische Maße der Konzepte „Reizanalyse“ und „Reaktionsorganisation“, wie sie im Brebner-Cooper-Modell konzipiert sind, validiert werden.
- Über die Abbildung in den Subkomponenten der CNV sollen die theoretischen Konzepte „Reizanalyse“ und „Reaktionsorganisation“ auf operationaler Ebene weiter spezifiziert werden. Es geht dabei in erster Linie darum, zu klären, wodurch die Analyse einer Reizsituation komplexer und die Vorbereitung einer motorischen Reaktion aufwändiger wird.

## 8. Experiment 1: Variation der Anforderungen an die Reizanalyse im CNV-Paradigma

### 8.1. Fragestellung und Hypothesen

In diesem ersten Experiment sollte der Frage nachgegangen werden, ob sich zunehmende Analysekomplexität differentiell auf die iCNV-Komponente Extravertierter im Vergleich zu Introvertierten auswirkt. Die Anforderungen an die Reizanalyse (im Folgenden auch *Aufgabenschwierigkeit*) wurden dazu in verschiedenen kognitiven Aufgaben variiert. Mit zunehmender Analysekomplexität erhöhte sich die Anzahl der aufgabenrelevanten Reizcharakteristika, die beachtet werden mussten. Aufgrund der funktionalen Bedeutung der iCNV als Maß kortikaler Erregung im Zusammenhang mit der Evaluation bedeutsamer Reize wurde erwartet, dass sich ihre Amplitude mit zunehmender Analysekomplexität erhöht.

Das Brebner-Cooper-Modell geht davon aus, dass Prozesse der Reizanalyse zu erregenden Zuständen bei Introvertierten führen (S-Exzitation), während komplexe Reizanalyse Extravertierte in einen inhibitorischen Zustand versetzt (S-Inhibition).

Dies führt zu folgenden Hypothesen:

- Zunehmende Analysekomplexität führt bei Introvertierten zu einem Zustand erhöhter S-Exzitation. Dies sollte sich in erhöhten iCNV-Amplituden mit zunehmender Aufgabenschwierigkeit niederschlagen.
- Zunehmende Analysekomplexität führt bei Extravertierten zu einem Zustand erhöhter S-Inhibition. Dies sollte sich in reduzierten iCNV-Amplituden mit zunehmender Aufgabenschwierigkeit niederschlagen.
- Ein Unterschied in der Amplitude der iCNV zwischen Introvertierten und Extravertierten sollte mit zunehmender Aufgabenschwierigkeit immer deutlicher zu beobachten sein.

## 8. 2. Methode

Diese Untersuchung stellt den ersten Teil der Prüfung des Brebner-Cooper-Modells mit Hilfe der CNV dar. Die Notwendigkeit, dabei modelltheoretische Aspekte genauso zu berücksichtigen wie elektrophysiologische und experimentelle Rahmenbedingungen, hat in verschiedener Hinsicht zu methodischen Entscheidungen (wie z. B. die zeitliche Struktur sowie Reiz- und Aufgabencharakteristika) geführt, die im Folgenden an den entsprechenden Stellen ausführlich begründet werden sollen.

### 8. 2. 1. Auswahl der Versuchspersonen

Aufgrund der Erwartung kleiner Effekte wurde auf die Auswahl der Versuchspersonen und die Zuweisung der Probanden zu den Extraversionsgruppen besondere Sorgfalt verwandt.

Für die Prüfung der Hypothesen war es notwendig, eine Gruppe extrem Extravertierter einer Gruppe extrem Introvertierter gegenüberzustellen. Da jedoch häufig umgekehrt U-förmige Zusammenhänge zwischen Extraversion und einer Reihe von Leistungsvariablen beobachtet werden (zum Überblick Eysenck, 1967), wurde zusätzlich eine Mittelgruppe (Ambivertierte) in die Untersuchung aufgenommen.

Da in früheren Untersuchungen vereinzelt gezeigt werden konnte (z. B. Lolas & de Andraca, 1977; Plooij-van Gorsel, 1981), dass sich auch andere Persönlichkeitsmerkmale (v. a. Neurotizismus) auf die CNV in einfachen S1-S2-Paradigmen auswirken können, wurde bei der Zusammenstellung der Stichprobe zusätzlich eine hinreichende Kontrolle der Neurotizismus- und Psychotizismuswerte in den drei Extraversionsgruppen angestrebt. Dadurch sollten mögliche Konfundierungen vermieden werden.

Zunächst wurden in einem breitangelegten Screening Persönlichkeitsdaten von 623 Studierenden (419 Frauen, 204 Männer) unterschiedlicher Fachbereiche (Psychologie, Wirtschaftswissenschaften, Geowissenschaften) an der Universität Trier zusammengetragen. Ein solch großer Daten-Pool ließ sich nur realisieren, indem auf verschiedene Datenquellen zurückgegriffen wurde. Ein Teil der Daten stammt aus Fragebogenerhebungen in Erstsemester-Vorlesungen aus drei aufeinander folgenden Jahren (1996, 1997, 1998). In dieser Stichprobe (N = 464) lagen die Daten des EPQ-R (Ruch, 1999) vor. Die verbleibenden Daten (N = 159) stammen aus Erhebungen in verschiedenen anderen universitären Veranstaltungen mit Hilfe der Kurzform des EPQ-R (EPQ-RK, Ruch, 1999)<sup>14</sup>.

In vielen Untersuchungen erfolgt die Einteilung der Persönlichkeitsgruppen durch Medianhalbierung nach Extraversionswerten. Dies führt dazu, dass die Gruppencharakteristika sehr

---

<sup>14</sup> Während die Langform des EPQ-R über 102 Items verfügt, wurde diese Anzahl für die Kurzfassung auf 50 Items reduziert, wobei nur die Items mit den höchsten Trennschärfe-Indizes verwendet wurden. Für beide Fragebögen liegen testtheoretische Analysen sowie Normen für deutsche Stichproben vor (Ruch, 1999).

stichprobenspezifisch sind, wodurch die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Studien deutlich eingeschränkt wird. In der vorliegenden Untersuchung wurden daher die geschlechtsspezifischen Normwerte des EPQ-R und EPQ-RK (Ruch, 1999) herangezogen, um geeignete Versuchspersonen aus diesem Daten-Pool zu selektieren. Aus der gesamten Stichprobe wurden all die Personen ausgewählt, deren Extraversionswerte innerhalb der unteren, mittleren oder oberen 20 % der Normwerte des jeweiligen Screening-Fragebogens lagen. Die Skalensbereiche der Extraversionswerte in den entsprechenden Normstichproben der Fragebögen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Geschlechtsspezifische Cutting-Scores zur Einteilung der drei Extraversionsgruppen für EPQ-R und EPQ-RK.

	männlich		weiblich	
	<i>EPQ-R</i>	<i>EPQ-RK</i>	<i>EPQ-R</i>	<i>EPQ-RK</i>
<b>Introvertierte</b>	0 - 8	0 - 3	0 - 10	0 - 4
<b>Ambivertierte</b>	13 - 15	7	14 - 15	8
<b>Extravertierte</b>	19 - 23	11 - 12	19 - 23	10 - 12

In einem weiteren Schritt wurden jene Personen ausgeschlossen, die auf den zu kontrollierenden Variablen *Neurotizismus* und *Psychotizismus* Werte aufwiesen, die zu einer systematischen Kovariation zwischen Extraversion, Neurotizismus und Psychotizismus in der untersuchten Stichprobe geführt hätten. Nach dieser Strategie konnten aus der ursprünglichen Stichprobe insgesamt 222 geeignete Personen (48 Introvertierte, 54 Ambivertierte, 120 Extravertierte) ausgewählt werden.

Die korrelationsstatistischen Analysen ergaben wie beabsichtigt keine bedeutsamen Zusammenhänge zwischen den Extraversionsgruppen und der Neurotizismus- und Psychotizismusskala (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Korrelationen (n=222) zwischen den Extraversionsgruppen (E-Gruppe) und der Neurotizismus, Psychotizismus sowie sozialer Erwünschtheit (L-Skala) im EPQ-R und EPQ-RK. Aufgrund der unterschiedlichen Skalenslängen in den beiden Fragebögen wurden zur Berechnung dieser Korrelationen die z-standardisierten Fragebogenwerte herangezogen. Signifikante Korrelationen ( $\alpha = .01$ ) sind fett gedruckt.

	<b>E-Gruppe</b>	<b>Neurotizismus</b>	<b>Psychotizismus</b>	<b>L-Skala</b>
<b>E-Gruppe</b>	1.0			<b>- .25</b>
<b>Neurotizismus</b>	- .10	1.0		- .05
<b>Psychotizismus</b>	.11	- .01	1.0	<b>- .36</b>

Diese 222 Personen wurden kontaktiert und zur Untersuchung eingeladen. Da die Screening-Daten, die dieser Auswahl zugrunde lagen, nicht unter standardisierten Bedingungen erhoben und dabei verschiedene Fragebogenversionen benutzt worden waren, und da die Erhebung der

Screening-Daten bei den selektierten Personen unterschiedlich lange zurücklag, wurde den interessierten Personen zur Validierung der Gruppeneinteilung vor der EEG-Untersuchung nochmals der EPQ-R unter standardisierten Bedingungen vorgelegt. In die endgültige Stichprobe wurden dann nur diejenigen aufgenommen, deren Extraversionswerte auch diesmal innerhalb des gruppen- und geschlechtsspezifischen Normwertebereichs des Fragebogens lagen. Die Produkt-Moment-Korrelationen der EPQ-R Skalen (standardisierte Skalenwerte) zwischen dem Screening und der standardisierten Erhebung betrugen bei Extraversion .79, bei Neurotizismus .62, bei Psychotizismus .60 und bei sozialer Erwünschtheit .79 (alle Korrelationen sind auf dem 1%-Niveau signifikant).

### 8. 2. 2. Berechnung der Stichprobengröße über eine a priori Poweranalyse

Die Größe der benötigten Stichprobe wurde über eine a priori Poweranalyse<sup>15</sup> berechnet. Die Berechnung der Poweranalyse erfolgte mit dem Programm GPOWER (Faul & Erdfelder, 1992).

Da die iCNV als hypothesenrelevantes abhängiges Maß ein frontales Amplitudenmaximum aufweisen sollte, wurde mit einer Interaktion zwischen den experimentellen Bedingungen und den entsprechenden Elektrodenpositionen gerechnet. Auf statistischer Ebene läuft die Prüfung der hypothesenrelevanten Effekte in diesem Experiment daher über die varianzanalytische dreifache Wechselwirkung zwischen den Extraversionsgruppen, der variierten Analysekomplexität und den Elektrodenpositionen (vgl. Abschnitt 8. 2. 11.).

Da bei persönlichkeitspsychologischen Fragestellungen auf elektrokortikaler Ebene mit vergleichsweise kleinen Effekten zu rechnen ist, wurde der zu erwartende Mindesteffekt für diese Interaktion auf  $\Omega^2 = .03$  (3%) geschätzt. Bei einer Stichprobengröße von  $N = 75$  (25 pro Gruppe) und einem  $\alpha$ -Fehlerniveau von .05 ergibt sich für die hypothesenrelevante Wechselwirkung eine zufriedenstellende Power von  $1 - \beta = .95$ .

Der Nachteil dieses beträchtlichen Stichprobenumfangs wird durch den daraus resultierenden Vorteil der eindeutigen Interpretierbarkeit der statistischen Ergebnisse entweder auf Zutreffen oder Nicht-Zutreffen der jeweils untersuchten Hypothesen aufgewogen.

### 8. 2. 3. Stichprobe

75 gesunde, rechtshändige Personen (49 Frauen, 26 Männer; mittleres Alter = 22.34 Jahre;  $\hat{\sigma} = 2.93$ ) nahmen an der Untersuchung teil. Alle Versuchspersonen verfügten über normales Farbsehen (vgl. Ablauf der Untersuchung). Die Versuchspersonen (Vpn) waren über den Ab-

---

<sup>15</sup> Die entsprechenden Formeln und das praktische Vorgehen bei der Poweranalyse sind im Anhang von Naumann et al. (Naumann, Bartussek, Diedrich, & Laufer, 1992) wiedergegeben. Eine allgemeine Darstellung mit Formeln und Tabellen bieten Cohen (Cohen, 1988) und (speziell für Varianzanalysen) Hager und Möller (Hager & Möller, 1986).

lauf der etwa zweistündigen Untersuchung informiert. Sie nahmen freiwillig teil und hatten das Recht, den Versuch jederzeit und ohne Angabe von Gründen abzubrechen

In Tabelle 3 sind die mittleren Ausprägungen auf den EPQ-R Skalen für die drei Extraversionsgruppen dargestellt.

Tabelle 3: Mittelwerte und Standardabweichungen der EPQ-R Skalen in den drei Extraversionsgruppen.

	Introvertierte (n = 25)		Ambivertierte (n = 24) <sup>16</sup>		Extravertierte (n = 25)	
	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$
<b>Extraversion</b>	6.52	3.44	14.71	1.60	20.00	1.44
<b>Neurotizismus</b>	15.16	5.57	11.75	4.84	11.52	4.76
<b>Psychotizismus</b>	8.92	5.38	9.29	4.06	10.28	4.83
<b>L-Skala</b>	6.68	4.92	5.42	4.99	3.60	3.34

Die Korrelationen zwischen den Extraversionsgruppen und den anderen EPQ-R Skalen zeigen allerdings, dass die beabsichtigte Kontrolle der Neurotizismuswerte in der endgültigen Stichprobe nicht optimal gelungen ist (Tabelle 4).

Tabelle 4: Korrelationen der drei Extraversionsgruppen (E-Gruppe) mit den EPQ-R Skalen für Neurotizismus, Psychotizismus und soziale Erwünschtheit (L-Skala).

	E-Gruppe	Neurotizismus	Psychotizismus	L-Skala
<b>E-Gruppe</b>	1.0			-.28
<b>Neurotizismus</b>	-.29	1.0		-.14
<b>Psychotizismus</b>	.12	-.02	1.0	-.51

Ein Vergleich der Neurotizismus-Mittelwerte zwischen den drei Extraversionsgruppen mit Hilfe einer einfaktoriellem Varianzanalyse zeigte ebenfalls, dass es trotz aller Bemühungen zu einer Konfundierung zwischen Neurotizismus und den Extraversionsgruppen gekommen ist [ $F(2,71) = 4.02$ ;  $p = .02$ ;  $\omega^2 = .08$ ]. Die Gruppe der Introvertierten weist signifikant höhere N-Werte auf als die Gruppe der Extravertierten. Die Gruppe der Ambivertierten unterscheidet sich von keiner der beiden anderen Gruppen statistisch bedeutsam. Ein möglicher Einfluss von N auf etwaige Gruppenunterschiede muss bei der späteren Auswertung berücksichtigt werden.

<sup>16</sup> Von den 25 Ambivertierten wurde eine Person wegen zu hoher Fehlerzahl aus der Auswertung ausgeschlossen (vgl. Abschnitt 8. 2. 9.).

### 8. 2. 4. Ablauf der Untersuchung

Zu Beginn der Untersuchung wurde mit Hilfe einer Auswahl pseudo-isochromatischer Farbtafeln (Ishihara-Tafeln) eine Farbseh-Prüfung durchgeführt. Da das korrekte und differenzierte Farbsehen eine notwendige Voraussetzung für das erfolgreiche Bearbeiten der Aufgaben war (vgl. Abschnitt 8. 2. 6.), konnten nur Personen an der Untersuchung teilnehmen, die alle ausgewählten Tafeln<sup>17</sup> richtig erkannten.

Nachdem die Versuchspersonen über den Ablauf der Untersuchung informiert worden waren und eine schriftliche Einverständniserklärung abgegeben hatten, bearbeiteten sie den EPQ-R (Ruch, 1999). Danach wurden die Vpn für die EEG-Messung präpariert und durchliefen anschließend die experimentelle Anordnung. Nach Abschluss der EEG-Untersuchung gaben sie für jede Aufgabe ein Schwierigkeitsrating auf einer Skala von 1 (*sehr leicht*) bis 5 (*sehr schwer*) ab (Schwierigkeitsrating, s. Anhang A-1) und bearbeiteten die deutsche Fassung des *Pavlovian Temperament Surveys*<sup>18</sup> (PTS) (Strelau & Angleitner, 1994). Insgesamt dauerte die Untersuchung ca. zweieinhalb Stunden und wurde mit 40 DM vergütet.

### 8. 2. 5. Reizmaterial

In diesem Experiment wurde die Komplexität der Reizanalyse über die Menge der zu beachtenden, aufgabenrelevanten Reizdimensionen vierstufig manipuliert. Dazu wurde ein Pool visueller Reize entwickelt, die sich in mehreren Dimensionen systematisch voneinander unterscheiden.

Die Reize bestanden aus einfachen geometrischen Figuren (Dreiecke und Quadrate), deren Seiten in verschiedenen Farben dargestellt waren. Innerhalb jeder Figur befanden sich entweder drei oder vier Punkte, die ebenfalls alle in unterschiedlichen Farben waren. Die Farben der Punkte konnten dabei entweder *alle* den Farben der Seiten entsprechen (kongruent) oder sich bei *einem* Punkt unterscheiden (inkongruent). Einige Beispielreize sind in Abbildung 2 dargestellt.



Abbildung 2: Schematische Beispiele für das verwendete Reizmaterial.

<sup>17</sup> Verwendet wurden die Tafeln 1, 3, 7, 11, 15, 19. Nach dem Handbuch der Ishihara-Tafeln ist diese Auswahl zum Ausschluss einer Rot-Grün-Blindheit ausreichend.

<sup>18</sup> Die deutsche Version des PTS erfasst die Persönlichkeitsmerkmale „strength of excitation“ (SE), „strength of inhibition“ (SI) und „mobility“ (Mob) im Sinne der von Jan Strelau erweiterten Persönlichkeitstheorie Pawlows. Wegen der konzeptuellen Nähe dieser Merkmale zu den im Brebner-Cooper-Modell postulierten Grundannahmen über persönlichkeitspezifische Erregungs- und Hemmungsprozesse wurde dieser Fragebogen ebenfalls in die Untersuchung einbezogen. Die diesbezügliche Auswertung wird hier jedoch nicht berichtet.

Aus der Kombination der drei Reizdimensionen „Form“ (Dreieck vs. Quadrat), „Anzahl der Punkte“ (drei vs. vier) und „farbliche Übereinstimmung“ (kongruent vs. inkongruent) ergaben sich acht verschiedene Reizkategorien, die die Gesamtheit aller möglichen Reize in diesem Experiment repräsentierten. Eine schematische Darstellung aller acht Reizkategorien findet sich im Anhang A-2.

Zur Generierung aller Figuren wurden maximal fünf verschiedene Farben benutzt, wobei innerhalb der Seiten bzw. Punkte keine Farbe doppelt vorkam. Die Reize wurden durch ein Computerprogramm generiert, welches den jeweilig dargebotenen Reiz immer zufällig aus der Menge aller möglichen Reize auswählte. Die Zufallsreihenfolgen unterlagen dabei allerdings zwei Restriktionen: Erstens wurden zwei Reize derselben Reizkategorie niemals hintereinander präsentiert und zweitens wurden nie mehr als maximal drei aufgabenspezifische Zielreize (vgl. nächster Abschnitt) in Folge dargeboten. Innerhalb dieser Beschränkungen erhielt jedoch jede Vp eine individuelle Reizabfolge.

### 8. 2. 6. Aufgaben

Die Untersuchung bestand aus vier verschiedenen Aufgaben, mit deren Hilfe die Komplexität der Reizanalyse variiert wurde. In den ersten drei Aufgaben wurde jeweils eine Auswahl der oben beschriebenen Reize verwendet. In jeder Aufgabe wurde über die vorgelegte Instruktion eine Klasse von Zielreizen (*Targets*) definiert (Instruktionen, s. Anhang A3 - A7). Die drei Aufgaben unterschieden sich darin, welche Reizmerkmale für die Identifizierung der jeweiligen Zielreize relevant waren.

In der einfachsten Aufgabe (Aufgabe **Form**) ergab sich das Target lediglich aus der Form (z. B. Dreieck), alle anderen Reizmerkmale konnten unbeachtet bleiben. In der zweiten Bedingung (Aufgabe **Anzahl**) waren Targets nur solche Reize, bei denen die Anzahl der Punkte mit der Anzahl der Seiten der jeweiligen Form übereinstimmte (Dreieck mit drei Punkten bzw. Quadrat mit vier Punkten). Hier blieben die Farben unberücksichtigt. In der schwierigsten Aufgabe (Aufgabe **Farben**) war ein Target dadurch charakterisiert, dass die Farben der Punkte den Farben der Seiten entsprachen<sup>19</sup>.

Als vierte Aufgabe wurde eine Kontrollbedingung (Aufgabe **Kontrolle**) eingeführt, bei der lediglich weiße Dreiecke und Quadrate ohne Punkte (auf schwarzem Grund) dargeboten wurden (vgl. Anhang A2). Eine der beiden Figuren fungierte wieder als Target. Der Vergleich dieser Aufgabe mit der Aufgabe **Form** bei komplexen Reizen sollte darüber Aufschluss geben, ob die „physikalische“ Komplexität der Reize zusätzliche Reizanalyse hervorruft, auch wenn diese zusätzlichen Informationen (wie Farben und Anzahl der Punkte) für die Aufgabe ohne Bedeutung sind.

---

<sup>19</sup> In dieser Bedingung wurden nur Reize mit identischen Seiten- und Punktzahlen verwendet (Dreiecke mit drei Punkten & Quadrate mit vier Punkten). Dies sollte sicherstellen, dass die Vpn zur korrekten Target-Identifizierung auch tatsächlich alle paarweisen Farbvergleiche heranziehen mussten, ohne einige Reize aufgrund abweichender Punktzahl schon vorher ausschließen zu können.

Die Identifizierung der Reize als Targets bzw. Non-Targets wurde in allen Aufgaben über einen einfachen Tastendruck mit dem rechten bzw. linken Zeigefinger angezeigt. Die Erfassung der Reaktionen erfolgte dabei über Tasten, die auf den Armlehnen angebracht waren. Die vier Aufgaben wurden geblockt dargeboten und von jeder Vp hintereinander bearbeitet. In Abbildung 3 ist der resultierende Versuchsplan dargestellt, der für die Auswertung um die Elektrodenpositionen ergänzt wird.

<i>Aufgabe:</i>	<i>Komplexität der Reizanalyse</i>			
	Kontrolle	Form	Anzahl	Farben
<b>Introvertierte</b>				
<b>Ambivertierte</b>				
<b>Extravertierte</b>				

Abbildung 3: Versuchsplan (ohne Elektrodenpositionen).

Um systematische Reihenfolgeeffekte zu kontrollieren, wurden die vier Blöcke in systematisch (unvollständig) permutierten Reihenfolgen vorgegeben, so dass jede Aufgabe in jeder Extraversionsgruppe gleich häufig an jeder seriellen Position vorkam. Daraus resultierten vier verschiedene Block-Reihenfolgen, die den Vpn in jeder Gruppe zufällig zugewiesen wurden. Jeder Block bestand aus 48 Trials. In allen Bedingungen betrug die Target-Wahrscheinlichkeit 50 %. In den Bedingungen, in denen nur die Form aufgabenrelevant war, wurde bei der Hälfte der Vpn das Dreieck, bei der anderen Hälfte das Quadrat als Zielreiz definiert. Genauso wurde die Zuordnung von Zielreizen zu einer Reaktionsseite (rechte vs. linke Taste) zwischen den Vpn variiert.

### 8. 2. 7. Reizdarbietung im S1-S2-Paradigma

Die Darbietung der Reize erfolgte in einem klassischen S1-S2-Paradigma (Walter, 1964), welches typischerweise zur Evozierung der CNV verwendet wird. Als S1 wurde dabei der aufgabenrelevante Reiz (auf schwarzem Grund) zentriert auf einem Computerbildschirm (EIZO, T662-20) dargeboten. Die Darbietungszeit betrug 1000 ms, der visuelle Winkel bei Quadraten  $4.8^\circ$  und bei Dreiecken  $5.2^\circ$ . Nach einem festen Interstimulus-Intervall (ISI) von 6 s wurde als S2 ein Kreuz für 200 ms auf der Bildschirmmitte eingeblendet. Der S2 trug keine aufgabenrelevante Information, sondern fungierte lediglich als Startreiz für die abzugebende einfache Wahlreaktion. Die Reaktionen sollten dabei so schnell wie möglich erfolgen. Nach einem Intertrial-Intervall (ITI) zwischen 5 und 12 Sekunden begann der nächste Trial. Die zeitliche Struktur eines Trials ist in Abbildung 4 dargestellt.

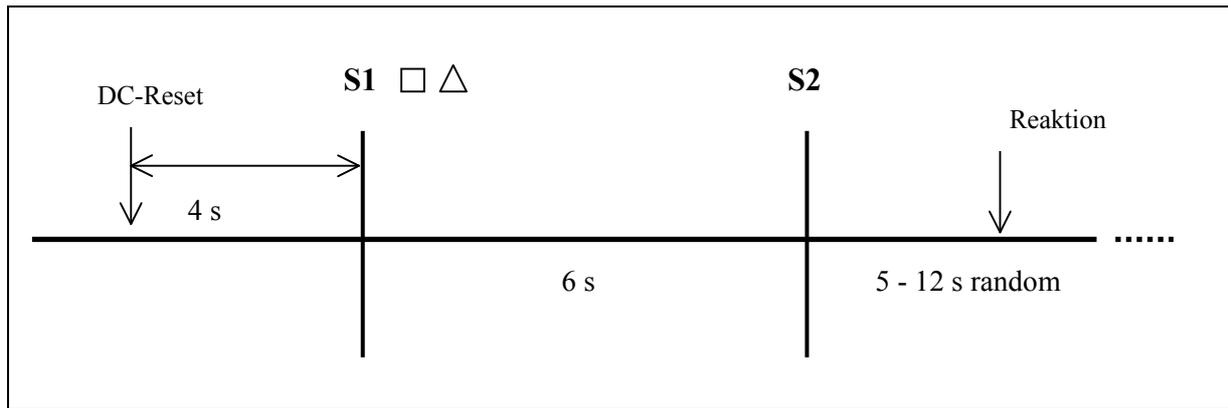


Abbildung 4: Zeitliche Struktur eines Trials

Je nach Ziel und experimentellen Randbedingungen einer Untersuchung gibt es verschiedene Möglichkeiten, das S1-S2-Paradigma zu nutzen und zu gestalten. Jede Veränderung eines Parameters hat dabei Konsequenzen auf die Evozierung der CNV und ihre funktionale Bedeutung in der spezifischen experimentellen Situation. Im Folgenden soll daher näher erläutert werden, warum die Parameter des Paradigmas in der hier vorliegenden Untersuchung gerade auf diese Weise implementiert wurden.

- ◆ Ein ISI von 6 s mag ungewöhnlich lang erscheinen. Dieses lange Intervall wurde jedoch für die Untersuchung der hier verfolgten Fragestellung als notwendig erachtet, da gezeigt werden konnte, dass die zwei-gipflige Struktur der CNV erst ab einem ISI von mindestens 4 s stabil in Erscheinung tritt (Loveless, 1975; Lutzenberger, Elbert, Rockstroh, & Birbaumer, 1981). Die Trennung der beiden funktionalen Subkomponenten der CNV war für die Untersuchung des Brebner-Cooper-Modells jedoch essentiell. In den hier vorgestellten Experimenten wurde versucht, Reizanalyse und Reaktionsorganisation auf elektrokortikaler Ebene zu trennen und in den beiden Subkomponenten der CNV abzubilden. Eine mögliche zeitliche Überlappung der iCNV und tCNV hätte dazu geführt, dass die angenommenen Prozesse der Reizanalyse und Reaktionsorganisation im EKP nicht getrennt voneinander zu identifizieren gewesen wären, was das Testen der Hypothese unmöglich gemacht hätte.
- ◆ Das gleiche Argument begründet die Entscheidung, den S2 nicht „informationshaltig“ zu gestalten. Die für die Aufgaben notwendige Reizanalyse sollte - soweit möglich - auf den S1 beschränkt bleiben. Damit sollte erreicht werden, dass sich der Einfluss der experimentellen Variation in erster Linie in Veränderungen der iCNV niederschlagen sollte. Die Belegung des S2 mit aufgabenrelevanter Information hätte dagegen zusätzliche Reizanalyse hervorgerufen und in der tCNV zu einer Konfundierung zwischen Prozessen der Erwartung und der Reaktionsorganisation geführt (vgl. Abschnitte 5. 6. und 10. 2. 4.).
- ◆ Das lange und in seiner Länge stark randomisierte Intertrial-Intervall sowie der Verzicht auf ein Warnsignal vor dem S1 diente schließlich der Reduzierung von systematischen Baseline-Effekten im Sinne einer sog. „stimulus preceding negativity“ (SPN) vor S1. Bei

der *stimulus preceding negativity* handelt es sich um eine langsame negative Potentialverschiebung, die die Erwartung und Vorbereitung auf informationshaltige, d. h. relevante Reize zu reflektieren scheint (z. B. Brunia, 1988, 1993; Van Boxtel & Brunia, 1994). Für das S1-S2-Paradigma bedeutet das, dass die SPN vor S1 auftritt, wenn der S1 Information bezüglich der Reaktion beinhaltet (Frost et al., 1988; Gaillard & Beijsterveldt, 1991; Rösler, 1991), dass sie dagegen als nicht-motorischer Aspekt der frontalen tCNV zu erwarten ist, wenn S2 die Information über die geforderte Reaktion inne hat (Van Boxtel & Brunia, 1994). Die SPN ist dabei umso ausgeprägter, je schwieriger die relevante Information aus den dargebotenen Reizen zu extrahieren ist. Bei geblockter Darbietung unterschiedlich schwieriger Aufgaben ist daher mit Unterschieden in der SPN vor S1 zwischen den verschiedenen Aufgabenblöcken zu rechnen, die sich im EKP als systematische Baseline-Unterschiede zwischen den Bedingungen manifestieren. Dies kann unter Umständen problematisch sein, da z. B. Gaillard und Näätänen (Gaillard & Näätänen, 1980) zeigen konnten, dass ein systematischer Zusammenhang zwischen der Baseline vor S1 und der CNV-Amplitude besteht: Je negativer die Baseline, umso kleiner wird die CNV-Amplitude im ISI (Trimmel, 1987). In diesem Fall könnten Unterschiede in den CNV-Amplituden zwischen den Bedingungen auch auf Unterschiede in der Baseline zurückzuführen sein. Da in der vorliegenden Untersuchung auf eine geblockte Darbietung der verschiedenen Aufgaben nicht verzichtet werden konnte, wurden lange und sehr variable Zufallsintervalle zwischen den Trials gewählt, wodurch die systematischen Baselineunterschiede reduziert werden sollten (Gaillard & Näätänen, 1980).

## 8. 2. 8. Datenerfassung

### Verhaltensdaten

In jedem Trial wurde über einen Computer die Reaktionszeit (RZ) erfasst. Als Reaktionszeit war die Zeit zwischen dem Beginn des S2 und dem Tastendruck definiert. Zusätzlich wurden für jeden Trial detaillierte Informationen über den jeweils dargebotenen Reiz sowie die erfolgte Reaktion (z. B. Richtigkeit der Reaktion, Reaktionsseite etc.) gespeichert.

### EEG-Messung

Die Ableitung des EEGs erfolgte in einer elektrisch abgeschirmten, schalldichten Kabine mit Hilfe eines digitalen 32-Kanal Verstärkersystems (*Syn-Amp System*, Messsoftware: Scan 3.0, Neuro Scan Inc.), an das sowohl ein Mess- als auch eine Stimulationsrechner zur Darbietung der Reize angeschlossen waren.

Da es sich bei der CNV um eine langsame Potentialverschiebung handelt, die durch zu kurze Zeitkonstanten verfälscht werden kann, wurde eine Gleichspannungs-Verstärkung (DC, *direct*

*current*) durchgeführt. Das EEG wurde während der gesamten Versuchsdauer kontinuierlich aufgezeichnet. Die Digitalisierung erfolgte mit einer Abtastrate von 100 Hz. Vor der Digitalisierung kam ein 35 Hz Low-pass-Filter zum Einsatz. Um langsamen Spannungsverschiebungen in Form von Elektroden-Drifts entgegen zu wirken, wurde der Verstärker 4 s vor jedem Trial auf elektrisch Null zurückgesetzt (*DC-Reset*).

Für die DC-Ableitung wurde ein dafür entwickeltes modulares Elektrodenträgersystem (EASY-CAP) mit eingearbeiteten Ag/AgCl-Elektroden verwendet. Die Positionierung der Elektroden mit Hilfe dieser Elektrodenkappen folgt dem Internationalen 10-20-System (Jaspers, 1958; in erweiterter Form Chatrian, Lettich, & Nelson, 1985). Die Messung erfolgte an 26 Kopf-Elektroden gegen eine Cz-Referenzelektrode (zur Lage der Elektroden innerhalb des erweiterten 10-20-Systems vgl. Anhang A-8). Zur späteren Umreferenzierung wurde zusätzlich noch die Aktivität über den beiden Mastoidknochen (A1 und A2) gemessen. An allen Elektroden lagen die Übergangswiderstände unter 5 k $\Omega$ . Zur Kontrolle des Einflusses der Augenbewegungen auf das EEG wurde das horizontale und vertikale Elektro-Okulogramm (HEOG und VEOG) bipolar mit Hilfe von Ag/AgCL-Elektroden erfasst.

### 8. 2. 9. Aufbereitung der physiologischen Daten

Die Aufbereitung der EEG-Daten erfolgte mit Hilfe Labor eigener Software, die im EEG-Labor der Universität Trier entwickelt wurde.

Das EEG wurde gegen die Referenzelektrode Cz abgeleitet. Anschließend erfolgte *off-line* eine rechnerische Umreferenzierung gegen die verbundenen Mastoiden (A1/A2), wodurch Cz als reguläre Elektrode zur Verfügung stand.

Zur Mittelung der EKP müssen aus dem kontinuierlichen Datenstrom der EEG-Messung ereignissynchronisierte Messstrecken extrahiert werden. Da in diesem Experiment die informationsverarbeitenden Prozesse auf den S1 im Vordergrund des Interesses standen, wurde das EEG zeitlich relativ zum S1 segmentiert. Extrahiert wurden Segmente von 700 ms vor dem S1 bis 7500 ms nach dem S1 (bzw. 1500 ms nach S2).

Die einzelnen Segmente (48 in jeder experimentellen Bedingung) wurden im nächsten Schritt einer Artefaktkontrolle unterzogen. Dies geschah mit Hilfe eines interaktiven Computerprogramms (*Auxmod*, Version 5.42; ©EEG-Labor, Universität Trier), welches in der Lage ist, artefaktbehaftete Messstrecken nach verschiedenen Kriterien zu identifizieren und graphisch anzuzeigen. Ausgeschlossen wurden diejenigen Segmente, die ein Streuungskriterium von 30  $\mu$ V und ein Differenzkriterium von 150  $\mu$ V an mindestens einer Elektrode überschritten. Um einen ausreichenden Signal-Rausch-Abstand bei der Mittelung der EKP zu gewährleisten, wurden die Daten einer Vp nur dann in die weitere Auswertung einbezogen, wenn mindestens 20 artefaktfreie Messstrecken in jeder experimentellen Bedingung zur Verfügung standen.

Weiterhin wurde vor der Mittelung der Messstrecken eine Korrektur okularer Artefakte vorgenommen. Dabei wurde das EEG nach dem von Gratton und Coles [Gratton, 1983 #832]

vorgeschlagenen und von Miller (Miller, Gratton, & Yee, 1988) erweiterten Algorithmus schrittweise um die Einflüsse von Lidschlägen, vertikalen sowie horizontalen Augenbewegungen bereinigt.

Anschließend wurden die artefaktfreien Segmente für jede Versuchsperson getrennt nach Elektroden und experimentellen Bedingungen zu ereigniskorrelierten Potentialen gemittelt. Allerdings gingen in diese Mittelung nur die Messstrecken jener Trials ein, in denen die Versuchspersonen korrekt im Sinne der Aufgabe reagiert hatten. Wegen zu hoher Fehleranzahl und - daraus resultierend - zu geringer Segmentanzahl (< 20) musste eine Versuchsperson aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen werden.

Vor der Berechnung der EKP-Parameter für die statistische Auswertung (s. u.) wurden die Daten mit einem 6-Hz-Filter gefiltert und an der empirischen Baseline (500 ms vor S1) relativiert.

## 8. 2. 10. Die abhängigen Maße

### PCA-Parametrisierung

Zunächst wurden die gemittelten Daten einer Hauptkomponentenanalyse (PCA, *principal component analysis*) unterzogen. Zwar hat sich die PCA in der wissenschaftlichen Gemeinschaft in den letzten Jahren als Verfahren zur Parametrisierung unabhängiger Grundkomponenten im EKP nicht durchgesetzt (Naumann, 1985; Rösler & Manzey, 1981), dennoch erschien sie im Rahmen dieser Untersuchung zu explorativen Zwecken sinnvoll. Mit der PCA wurden hier vor allem zwei Ziele verfolgt: Zum einen sollte festgestellt werden, ob sich die mehr-gipflige Komponentenstruktur der CNV, wie sie in der Literatur beschrieben ist (Lutzenberger et al., 1981), in den eigenen Daten replizieren lässt. Zum anderen sollten die Ladungsverläufe der extrahierten Komponenten Aufschluss darüber geben, in welchen relevanten Zeitbereichen innerhalb des 6-Sekunden-Intervalls ein Maximum an experimenteller Variation erreicht wird, und so die Parametrisierung sinnvoller iCNV- und tCNV-Maße ermöglichen.

Einer der Hauptkritikpunkte an der Bestimmung von Faktorwerten als idealisierte Amplitudenmaße besteht in der Ermangelung eines allgemeinen Kriteriums zur Festlegung der Anzahl der zu extrahierenden Faktoren. Lutzenberger et al. (1981) unterzogen daher sieben CNV-Untersuchungen, die verschiedene Reiz- und Aufgabenbedingungen realisierten, jedoch alle ein S1-S2-Intervall von sechs Sekunden verwendeten, der PCA, wobei sie verschiedene Faktorenlösungen und die Analysen der jeweils resultierenden Faktorwerte mit einander verglichen. Aufgrund ihrer Analysen sowie aus funktional-inhaltlichen Überlegungen kommen die Autoren zu dem Schluss, dass die Extraktion von drei Faktoren zwischen S1 und S2 zu den stabilsten Ergebnissen führt. In allen sieben Studien wurden eine „frühe“, eine „mittlere“ und eine „späte“ Komponente extrahiert, wobei die späte Komponente nach Varimax-Rotation

nominell immer die meiste Varianz erklärte. Diese Komponente zeigte einen rampenförmigen Verlauf und war über dem Vertex am stärksten ausgeprägt. Sie wurde daher mit den reaktionsvorbereitenden Prozessen der tCNV in Verbindung gebracht. Die Amplitude der frühen Komponente war über dem Frontalkortex am stärksten ausgeprägt, während sich parietal kein Beitrag dieser Komponente zur Negativierung fand. Die Autoren erachteten diese Komponente als identisch mit der von Rohrbaugh (Rohrbaugh et al., 1978; Rohrbaugh et al., 1979) beschriebenen frühen CNV-Komponente. Die mittlere Komponente zeigte keine systematische topografische Verteilung und ihre Varianz schien in erster Linie auf individuellen Unterschieden zu basieren. Diese Komponente scheint vor allem mit der Anzahl gleichartiger, wiederholter Durchgänge zu variieren und könnte unter Umständen topografische Veränderungen durch zunehmende Erfahrung der Vpn widerspiegeln. Möglicherweise spiegelt diese mittlere Komponente jedoch auch einen Nachteil der PCA wider, nämlich Latenzunterschiede von Komponenten zwischen verschiedenen Bedingungen nicht zu berücksichtigen. Da der Zeitpunkt an dem die frühe Negativierung abnimmt bzw. die späte Negativierung zunimmt von verschiedenen Faktoren des Paradigmas abhängt (z. B. Informationsgehalt der Reize), halten es die Autoren für möglich, dass sich Verschiebungen oder Überlappungen der iCNV und der tCNV in dieser dritten, mittleren Komponente niederschlagen. Die Extraktion eines vierten Faktors wird lediglich dann für sinnvoll erachtet, wenn aufgrund der experimentellen Anordnung mit starker Variation auf der P3-Komponente gerechnet werden kann.

Um festzustellen, ob sich die dort berichtete Faktorenstruktur in der vorliegenden Untersuchung replizieren würde, wurden die gemittelten Daten von 500 ms vor S1 bis zum S2 einer Hauptkomponentenanalyse unterzogen. Dabei gingen alle EKP (Elektroden x Bedingungen x Vpn) als Fälle ein. Die PCA wurde basierend auf der Kovarianzmatrix berechnet und anschließend einer Varimax-Rotation unterzogen.<sup>20</sup>

Von einer varianzanalytischen Auswertung der Faktorwerte im Zuge der Hypothesenprüfung wurde dennoch abgesehen, da mehrfach gezeigt werden konnte (Naumann, 1985; Rösler & Manzey, 1981; Wood & McCarthy, 1984), dass es bei der Rotation der extrahierten Faktoren zu einer Umverteilung von Varianzen kommen kann, wodurch die Ergebnisse der statistischen Test verfälscht werden können. Dieses Problem ist um so heikler, je geringer der zu erwartende Varianzanteil ist, der auf experimentell induzierte oder personenbezogene Unterschiede zurückzuführen ist. Da man in der hier vorliegenden Untersuchung diesbezüglich von eher kleinen Effekten ausgehen muss, wurde auf eine solche Auswertung verzichtet.

---

<sup>20</sup> Aufgrund von Speicherkapazitätsgrenzen des Computers bei der Invertierung der Kovarianzmatrix musste die Variablenmenge reduziert werden, so dass nur jede dritte Stützstelle in die PCA einging. Der Vergleich verschiedener Lösungen, die jeweils auf einer anderen Stützstellen-Teilmenge beruhen, ergab Korrelationen von .98-.99, so dass davon ausgegangen werden kann, dass eine solche Teilmenge die vollständigen EKP hinreichend gut repräsentiert.

## Peak-Parametrisierung

Im EEG-Labor der Universität Trier werden spezifische Komponenten im EKP mit Hilfe eines interaktiven Parametrisierungsprogramms (*EkpScan*, Version 1.03.03; ©EEG-Labor, Universität Trier, 1998-2000) quantifiziert. Dazu wird im *Grand-Grandmean* (EKP gemittelt über alle Versuchspersonen und alle experimentellen Bedingungen) die mittlere Latenz und die Skalpverteilung der interessierenden Komponente bestimmt, wodurch das zeitliche Referenzintervall und die Referenzelektrode (Elektrode mit maximaler Amplitude relativ zur Baseline) für die Parametrisierung definiert wird.

Bei der Parametrisierung sucht das Programm zunächst in jedem EKP an der Referenzelektrode das Amplitudenmaximum (*Peak*) der entsprechenden Polarität im Referenzintervall. Im nächsten Schritt wird an allen anderen Elektroden der Peak gleicher Polarität bestimmt, der dem Referenz-Peak zeitlich am nächsten liegt. So wird individuell für jeden Probanden in jeder Bedingung und an jeder Elektrodenposition die Komponente festgelegt, die in Latenz und Skalpverteilung der spezifizierten Komponente im *Grand-Grandmean* entspricht.

Auf diese Art wurden in der vorliegenden Untersuchung zwei Komponenten bestimmt. Die Betrachtung des *Grand-Grandmeans* ergab für die P3 eine mittlere Latenz von 389 ms. Für die Parametrisierung der P3 wurde daher das positive Maximum im Zeitbereich zwischen 300 und 600 ms nach S1 an Pz gesucht. Fand das Programm an anderen (vor allem frontalen) Elektroden in einem Intervall von  $\pm 100$  ms um die Referenzlatenz (an Pz) kein positives Maximum, wurde hier die Amplitude zum Zeitpunkt der exakten Referenzlatenz parametrisiert.

Die Betrachtung der *Grand Means* (Abbildung 8, S. 80-82) zeigt, dass in dieser Untersuchung nach dem Abschalten des S1 (bei 1000 ms) eine zentral maximale Positivierung auftrat, die den weiteren Verlauf der Potentiale deutlich zu beeinflussen scheint. Diese Komponente zeigt im *Grand-Grandmean* eine mittlere Latenz von 1280 ms (d. h. 280 ms nach Abschalten des Reizes). Zur Parametrisierung dieser Komponente wurde daher ein positives Maximum im Zeitbereich zwischen 1000 und 1500 ms an Cz gesucht. Als Maß für diese Positivierung wurde dann eine mittlere Amplitude über den Zeitbereich  $\pm 25$  ms um die Peak-Latenz herum berechnet.

## Averageamplituden

Zur Quantifizierung langsamer Gleichspannungsverschiebungen - wie der CNV - hat es sich bewährt, gemittelte Amplituden (*Averageamplituden*) über mehrere Messpunkte in verschiedenen Zeitfenstern zu berechnen. Dadurch ist es möglich den zeitlichen Verlauf experimenteller Effekte zu betrachten. Neben den Zeitbereichen, in denen man aufgrund der Literatur maximale Amplituden der iCNV und tCNV erwarten würde, wurden auch die Ergebnisse der PCA herangezogen, um die Zeitfenster für die Averageamplituden festzulegen. Daher wurden als Parameter für die Aktivität der iCNV mehrere Averageamplituden im Zeitbereich zwi-

schen 700 und 3000 ms nach S1 berechnet. Als Parameter für die tCNV wurden Averageamplituden in den letzten 1000 ms des ISIs berechnet. Die genaue Spezifizierung der berechneten Averageamplituden wird an den entsprechenden Stellen im Ergebnisteil vorgenommen werden.

Da die Positivierung nach Abschalten der Reize mit den experimentellen Bedingung variiert (vgl. Abschnitt 9. 2. 4. 1.) und damit den weiteren Verlauf der sich anschließenden Negativierung maßgeblich beeinflussen kann, wurden die Averageamplituden ab 1500 ms nach S1 an dieser Positivierung relativiert. Die Averageamplituden nach 1500 ms sind daher als Differenzamplituden zu dieser Positivierung zu verstehen. Dieses Vorgehen ist nicht unproblematisch. Die experimentellen Effekte auf diese Differenzmaße können nur dann sinnvoll interpretiert werden, wenn man die Abhängigkeit der CNV von vorangegangenen Potentialverschiebungen und deren Polaritäten berücksichtigt (Curry, 1993; Gaillard & Näätänen, 1980; Trimmel, 1987). Dennoch wurde diese Vorgehen gewählt, da eine Parametrisierung der Potentiale in späteren Zeitbereichen ohne eine Berücksichtigung dieser Positivierung der Struktur der Daten in ihrem Verlauf nicht gerecht geworden wäre (vgl. Abbildung 8).

Neben den verschiedenen EKP-Parametern wurden auch Reaktionszeiten, die Anzahl der Fehler sowie die Schwierigkeitsratings statistisch ausgewertet.

## **8. 2. 11. Statistische Auswertung**

### **Verhaltensdaten**

Die subjektiven Einschätzungen der Aufgabenschwierigkeit, die mittleren Reaktionszeiten sowie die Anzahl der Fehler wurden mit zwei-faktoriellen Varianzanalysen EXTRAVERSION (3) x ANALYSEKOMPLEXITÄT (4) mit Messwiederholung auf dem zweiten Faktor ausgewertet. Wo notwendig, wurde eine Freiheitsgrad-Korrektur nach Huynh-Feldt vorgenommen. Post-hoc-Mittelwertsvergleiche wurden mit Hilfe des Tukey Honest-significant-difference-Tests (Tukey's HSD) berechnet.

### **EKP-Parameter**

Da mit der hier verfolgten Fragestellung keine spezifischen topografischen Hypothesen verknüpft waren, wurden zunächst nur neun Elektrodenpositionen (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz und P4) in die Auswertung aufgenommen. Da sich hier keine Hinweise auf topografische Unterschiede zwischen den Gruppen ergaben, scheint dieses Vorgehen zur Prüfung der hypothesenrelevanten Aspekte ausreichend. Von einer Erhöhung der Elektrodenzahl zu rein explorativen Zwecken wurde abgesehen, da dies unter Umständen zu einer Erhöhung der Fehlervarianz in den statistischen Analysen geführt hätte, wodurch das Auffinden vor allem

kleiner Effekte unnötig erschwert worden wäre. Für die varianzanalytische Auswertung der interessierenden Parameter im EKP wurden die neun Elektrodenpositionen in die zwei orthogonalen Faktoren FRONTALITÄT (mit den Stufen *frontal*, *zentral*, *parietal*) und HEMISPHERE (mit den Stufen *links*, *Mitte*, *rechts*) transformiert.

Die Peak-Amplituden und -Latenzen wurden einer vier-faktoriellen Varianzanalyse EXTRAVERSION (3) x ANALYSEKOMPLEXITÄT (4) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) mit Messwiederholung auf den letzten drei Faktoren unterzogen.

Die Averageamplituden-Maße eines zusammenhängenden Zeitbereiches wurden jeweils zuerst einer Overall-ANOVA EXTRAVERSION (3) x ANALYSEKOMPLEXITÄT (4) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) x ZEITFENSTER (n) mit Messwiederholung auf den letzten vier Faktoren unterzogen. Ergaben sich hier Interaktionen der experimentellen Faktoren mit dem Faktor ZEITFENSTER, wurde die Struktur und Größe der Effekte auf die einzelnen Averageamplituden mit Hilfe von Varianzanalysen EXTRAVERSION (3) x ANALYSEKOMPLEXITÄT (4) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) in den einzelnen Zeitfenstern untersucht. Wo nötig, wurde bei Beteiligung messwiederholter Faktoren eine Freiheitsgradkorrektur nach Huynh-Feldt vorgenommen. In allen statistischen Analysen wurde die akzeptierte Irrtumswahrscheinlichkeit auf  $\alpha = .05$  festgelegt. In der folgenden Ergebnisdarstellung werden aus Gründen der Transparenz bei Angaben zu F-Werten jeweils die ursprünglichen Freiheitsgrade, die Huynh-Feldt- $\epsilon$  sowie die korrigierten empirischen Irrtumswahrscheinlichkeiten angegeben. Post-hoc-Mittelwertvergleiche wurden mit Hilfe des Tukey's HSD berechnet.

Für jeden statistisch bedeutsamen Effekt wurde das partielle Effektstärkenmaß  $\omega^2$  berechnet (zur Berechnung siehe Hays, 1973), welches Aufschluss über die Größe und damit auch über die praktische Bedeutsamkeit eines statistischen Effektes gibt. Im Ergebnisteil wird nur auf Effekte näher eingegangen werden, die einen Varianzanteil von mindestens 2% ( $\omega^2 \geq .02$ ) erklären. Kleinere Effekte bleiben unberücksichtigt, da sie kaum mit einem vertretbaren Aufwand zu replizieren sind.

Die Explizierung der statistischen Hypothesen für die jeweiligen abhängigen Maße erfolgt an den entsprechenden Stellen des Ergebnisteils.

Aufgrund der signifikanten Korrelation von  $-.29$  zwischen den Extraversionsgruppen und der Neurotizismus-Ausprägung der Versuchspersonen (vgl. Abschnitt 8. 2. 3.) wurden alle hier berichteten Varianzanalysen der EKP-Parameter zusätzlich als Kovarianzanalysen mit Neurotizismus als invarianter Kovariate gerechnet. In keiner der Analysen führte dies zu substantiellen Veränderungen der Ergebnisse. Eine Konfundierung etwaiger Extraversionseffekte mit Neurotizismus kann daher ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse der Kovarianzanalysen werden daher hier nicht berichtet.

## 9. Ergebnisdarstellung

Im Folgenden werden die Ergebnisse bezüglich der verschiedenen abhängigen Maße dargestellt. Dabei wird im Text in erster Linie auf die Effekte eingegangen werden, die im Zuge der hier untersuchten Hypothesen im Mittelpunkt des Interesses stehen. Die vollständigen Ergebnistabellen finden sich im Anhang (Anhang A-9 bis A-25).

### 9.1. Verhaltensdaten

Das Brebner-Cooper-Modell sagt vorher, dass Introvertierte solche Situationen präferieren und in ihnen bessere Leistungen erbringen, die durch ein hohes Maß an Reizanalyse gekennzeichnet sind. Extravertierte sollen dagegen in solchen Situationen aufgrund von S-Inhibition schlechtere Leistungen zeigen. Bezogen auf die Reaktionszeiten in diesem Experiment wird daher vorhergesagt, dass die Reaktionen der Introvertierten mit zunehmender Analysekomplexität in den verschiedenen Aufgaben schneller werden, während für Extravertierte der umgekehrte Effekt vorausgesagt wird.

Im Modell zwar nicht expliziert, jedoch mit den theoretischen Vorstellungen durchaus vereinbar, lässt sich zusätzlich vermuten, dass Extravertierte aufgrund von S-Inhibition bei schwierigeren Aufgaben die Reizanalyse weniger umfassend betreiben und so mehr Fehler produzieren als Introvertierte. Beide Hypothesen werden auf statistischem Niveau mit Hilfe der zweifaktoriellen Varianzanalyse EXTRAVERSION (3) x ANALYSEKOMPLEXITÄT (4) durch die Interaktion beider Faktoren geprüft.

#### 9.1.1. Schwierigkeitsratings

Die ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT der Schwierigkeitsratings zeigt, dass die im Experiment intendierte Zunahme der Analysekomplexität von den Vpn subjektiv als zunehmende Schwierigkeit (vgl. Abbildung 5) der vier Aufgaben empfunden wurde [ $F(3,213) = 460.96$ ;  $\epsilon = .75$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .82$ ; (Kontrolle = Form) < Anzahl < Farben]. Dieser Effekt wird nicht durch die Extraversionsausprägung der Vpn moderiert.

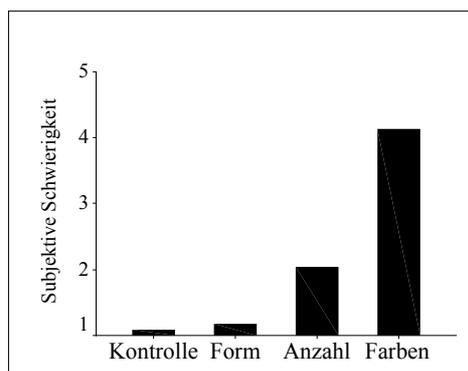


Abbildung 5: Subjektive Schwierigkeit der vier Aufgaben (Skala 1 – 5).

### 9.1.2. Anzahl der Fehler

Die Analyse der Fehlerzahlen zeigt, dass in allen vier Aufgaben wenig Fehler gemacht wurden (Tabelle 5).

Tabelle 5: Anzahl der Fehler in den vier Aufgaben für Introvertierte (Intro), Ambivertierte (Ambi) und Extravertierte (Extra).

	Kontrolle		Form		Anzahl		Farbe	
	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$
<b>Intro</b>	5.60	1.76	.52	1.05	.64	1.08	7.24	4.67
<b>Ambi</b>	5.33	.70	.54	1.14	.33	.64	7.88	4.91
<b>Extra</b>	5.60	1.12	.72	1.95	.68	1.07	7.20	3.14

Die ANOVA EXTRAVERSION  $\times$  ANALYSEKOMPLEXITÄT ergab einen signifikanten Haupteffekt der Analysekomplexität auf die Fehlerzahlen [ $F(3,213) = 186.23$ ;  $\varepsilon = .45$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .65$ ]: In der leichtesten und in der schwierigsten Aufgabe werden mehr Fehler gemacht als in den beiden anderen Bedingungen (Abbildung 6). Die Bedingung **Farben** führt außerdem zu mehr Fehlern als die Kontrollbedingung. Die Anzahl der Fehler steht nicht im Zusammenhang mit der Extraversionsausprägung der Vpn [ $F(2,71) < .01$ ].

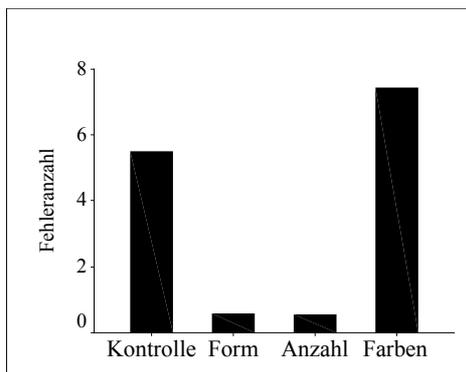


Abbildung 6: Mittlere Fehlerzahl in den vier Aufgaben.

### 9.1.3. Reaktionszeiten

In die Analyse der Reaktionszeiten gingen nur die Reaktionen ein, die richtig im Sinne der Aufgabe waren. Die Reaktionszeiten der drei Gruppen in den vier Aufgaben sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Mittlere Reaktionszeiten bei richtigen Reaktionen (gerundet, in ms) in den vier Aufgaben für Introvertierte (Intro), Ambivertierte (Ambi) und Extravertierte (Extra).

	Kontrolle		Form		Anzahl		Farbe	
	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$
<b>Intro</b>	531	142	474	137	485	139	479	142
<b>Ambi</b>	539	244	470	189	490	194	474	207
<b>Extra</b>	546	161	482	165	478	146	473	148

Die ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT ergab einen signifikanten Haupteffekt der Analysekomplexität auf die Reaktionszeiten [ $F(3,213) = 15.31$ ;  $\epsilon = .70$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .12$ ], der zeigt, dass bei der einfachsten Aufgabe am langsamsten reagiert wird (Abbildung 7), während sich zwischen den anderen drei Aufgaben keine Reaktionszeitunterschiede nachweisen lassen. Es ergab sich weder ein Haupteffekt der Extraversionsgruppe [ $F(2,71) < .01$ ] noch die hypothesenrelevante Interaktion zwischen beiden Faktoren [ $F(6,213) = .25$ ].

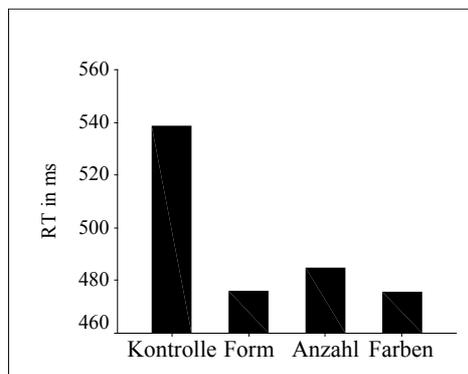


Abbildung 7: Mittlere Reaktionszeit bei richtigen Reaktionen in den vier Aufgaben.

Da die Anzahl der falschen Reaktionen allgemein gering war und viele Vpn überhaupt keine Fehler gemacht hatten, wurde von einer statistischen Auswertung der Reaktionszeiten bei falschen Reaktionen abgesehen.

## 9. 2. Elektrophysiologische Maße

Im Folgenden werden die Ergebnisse der statistischen Analysen der verschiedenen EKP-Parameter dargestellt, die zur Prüfung der hier verfolgten Hypothese herangezogen wurden. Die aus dem Brebner-Cooper-Modell abgeleitete Hypothese bezüglich der Persönlichkeitsunterschiede in den Prozessen der Reizanalyse sollte über die Betrachtung der iCNV-Komponente geprüft werden. Daher stehen die Ergebnisse der Averageamplituden im Zeitbereich der iCNV im Mittelpunkt des Interesses.

Dennoch wird hier eine „chronologische“ Darstellungsweise gewählt. D. h. die Ergebnisse werden in der zeitlichen Reihenfolge dargestellt, in der die verschiedenen abhängigen Maße im Laufe des analysierten Zeitbereiches auftreten. Zwar wird davon ausgegangen, dass verschiedene EKP-Komponenten getrennte und zum Teil voneinander unabhängig Prozesse indizieren, dennoch müssen die am Kortex abgeleiteten Spannungsverschiebungen als Summation der in einem Zeitbereich stattfindenden elektrokortikalen Prozesse verstanden werden. Selbst wenn man davon ausgeht, dass die verschiedenen Prozesse von zum Teil unterschiedlichen Generatorstrukturen generiert werden, so ist doch damit zu rechnen, dass nachfolgenden Spannungsverschiebungen nicht gänzlich unabhängig von den vorausgehenden elektrischen Gegebenheiten sind. Daher sollte auch die zeitliche Struktur der verschiedenen Parameter nicht unberücksichtigt bleiben.

Die aus dem Brebner-Cooper-Modell vorhergesagten Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten bei Aufgaben mit variierender Analysekomplexität sollen sich in der Amplitude der frontal maximalen iCNV niederschlagen. Es wird erwartet, dass sich die iCNV-Amplitude bei Extravertierten mit zunehmender Analysekomplexität verringert, während es bei Introvertierten zu einer Amplituden-Erhöhung kommt (vgl. Abschnitt 8. 1.). Auf statistischem Niveau wird diese Hypothese in der varianzanalytischen Auswertung über die dreifache Interaktion EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT im Zeitbereich der iCNV geprüft. Diese Interaktion besitzt aufgrund der hohen Versuchspersonenanzahl eine statistische Power von .98, so dass nicht-signifikante Effekte im Sinne der Nullhypothese interpretiert werden können.

In Abbildung 8 sind die *Grand Means* in den vier Aufgaben für Introvertierte, Ambivertierte und Extravertierte an den neun Elektrodenpositionen dargestellt. Dargestellt ist der Zeitbereich von 100 ms vor S1 (erste vertikale Linie) bis zum S2-Onset. Die zweite vertikale Linie zeigt das Ausschalten des S1 nach 1000 ms an.

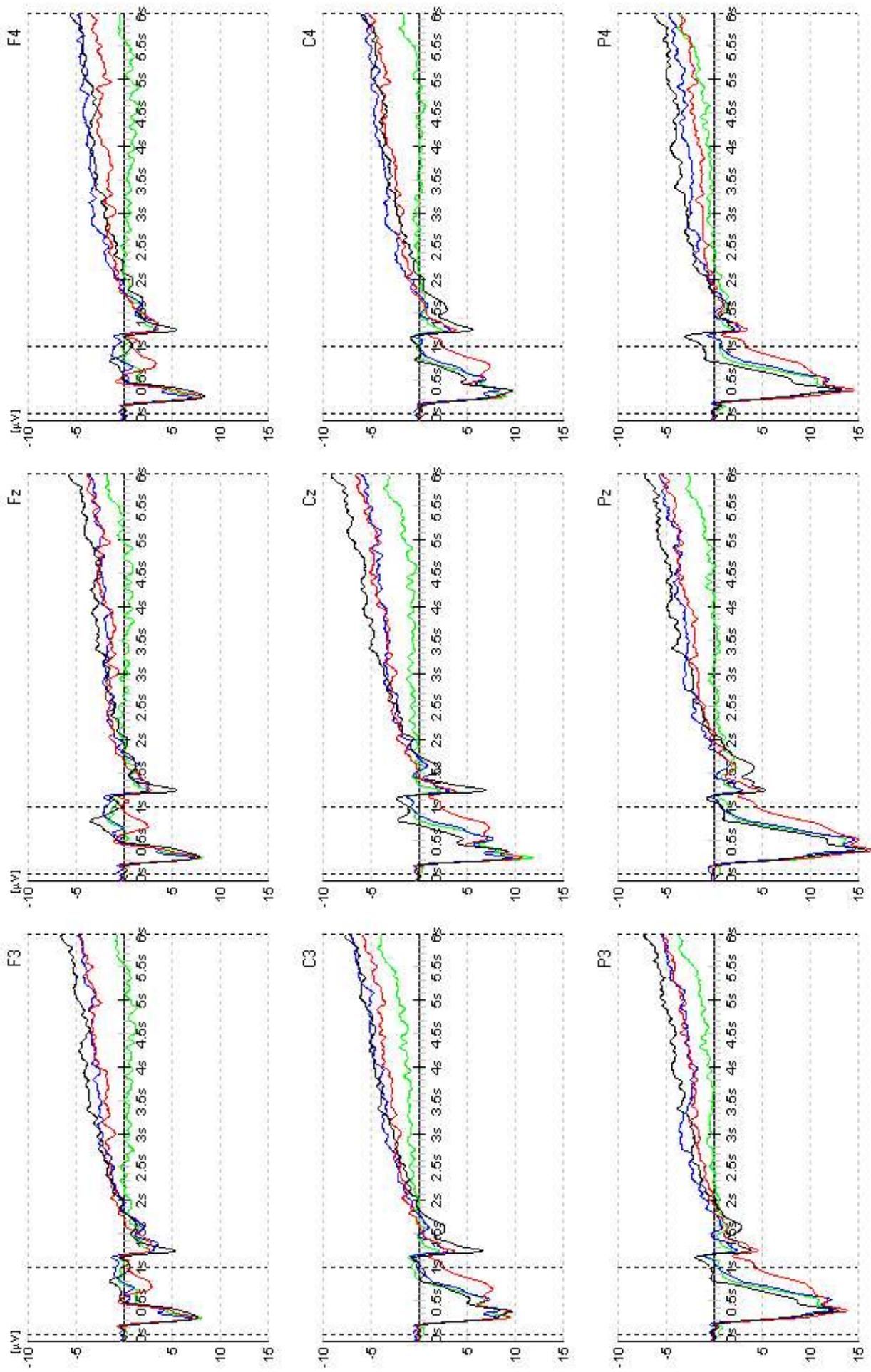


Abbildung 8-a: Grand Means im S1-S2-Intervall in den vier Aufgaben (Kontrolle, Form, Anzahl, Farben) für Introvertierte an den neun Elektrodenpositionen.

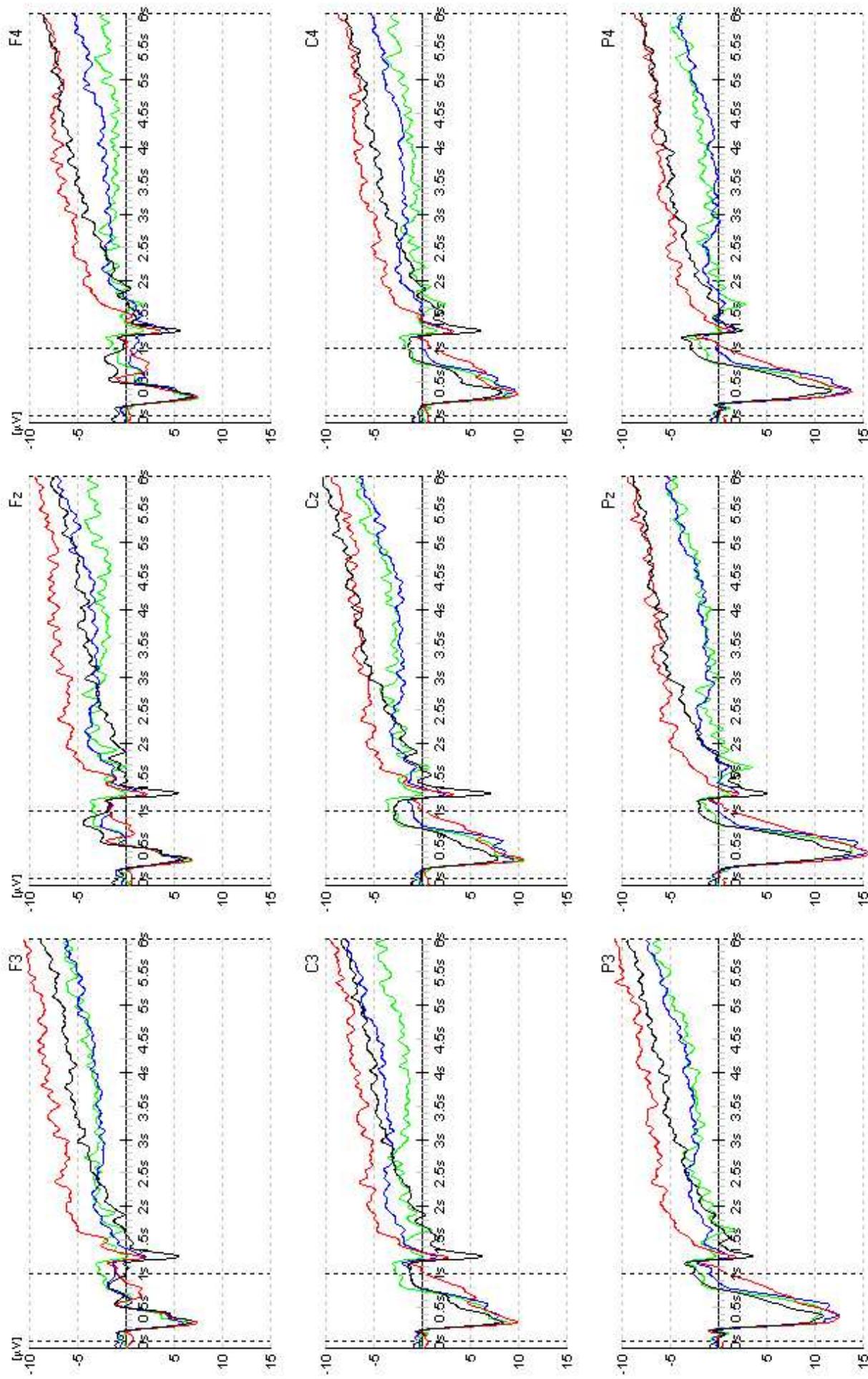


Abbildung 8-b: Grand Means im S1-S2-Intervall in den vier Aufgaben (Kontrolle, Form, Anzahl, Farben) für Ambivalentierte an den neun Elektrodenpositionen.

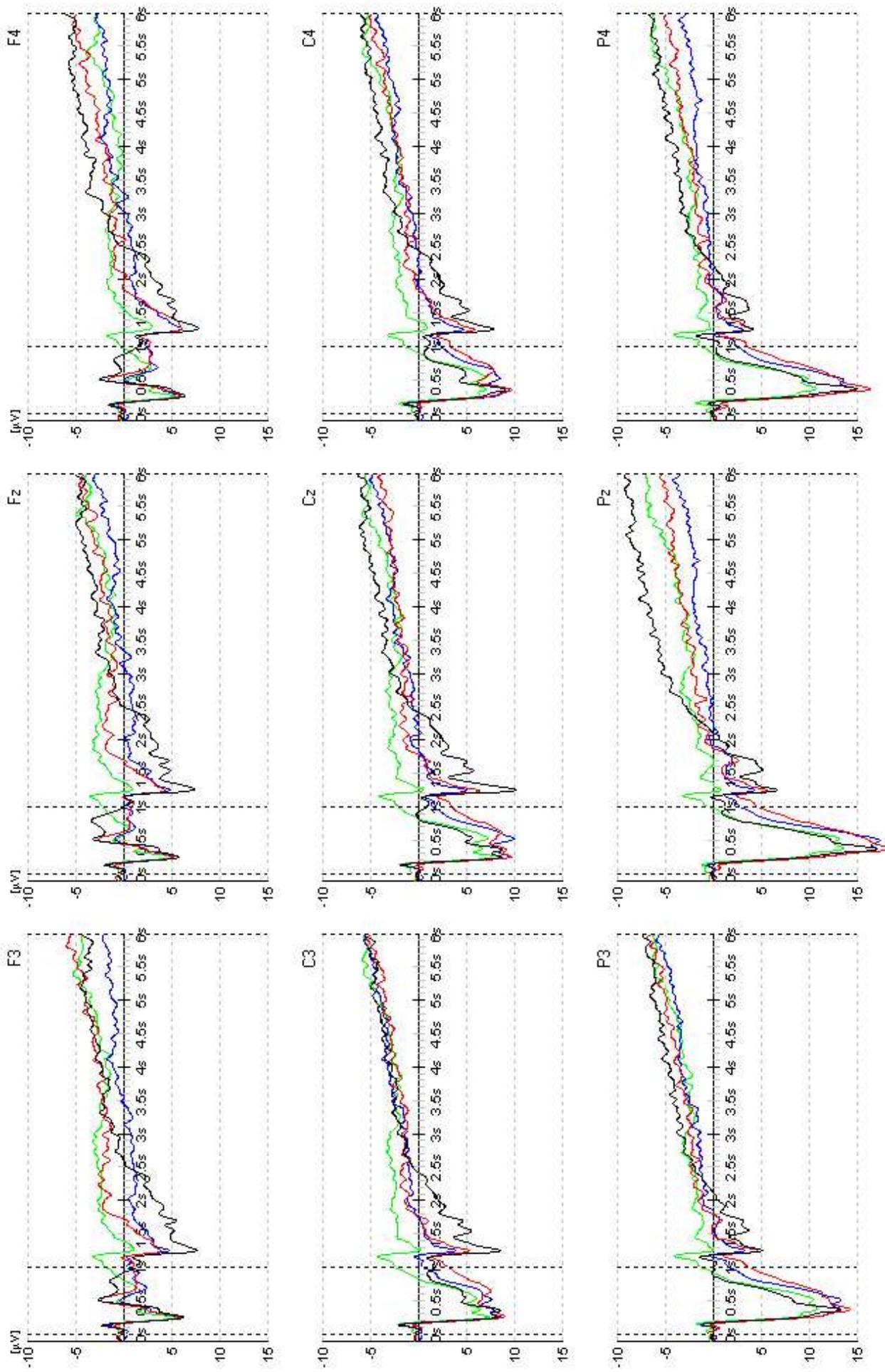


Abbildung 8-c: Grand Means im S1-S2-Intervall in den vier Aufgaben (Kontrolle, Form, Anzahl, Farben) für Extravertierte an den neun Elektrodenpositionen.

### 9.2.1. PCA-Parametrisierung

Die EKP von 500 vor S1 bis 6000 ms danach (S2) wurden einer Hauptkomponentenanalyse mit anschließender Varimax-Rotation unterzogen. Dabei wurden vier Faktoren extrahiert, die gemeinsam 95.24 % der Varianz erklären. Die Ladungsverläufe der vier Faktoren über den gesamten Zeitbereich sind in Abbildung 9 dargestellt.

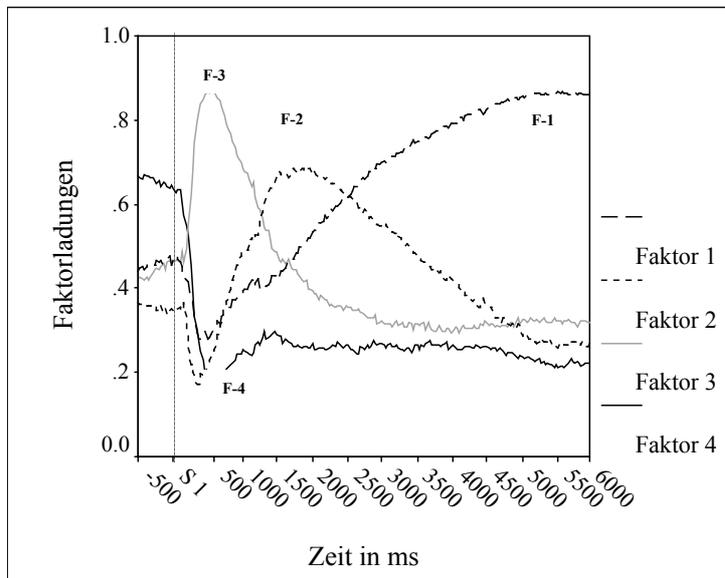


Abbildung 9:

Ladungsverläufe der rotierten Faktoren der Hauptkomponentenanalyse im Zeitbereich von -500 bis 6000 ms nach S1 (S1-Onset bei der vertikalen Linie).

Der Verlauf der Ladungen der drei Faktoren im Intervall zwischen S1 und S2 repliziert den von Lutzenberger et al. (1981) gefundenen typischen Ladungsverlauf im S1-S2-Paradigma. Der varianzstärkste Faktor (F-1; grob gestrichelt) erreicht sein Ladungsmaximum von .87 am Ende des ISI in den letzten 1000 ms vor S2. Sein Ladungsverlauf weist darauf hin, dass dieser Faktor in erster Linie tCNV-Aktivität widerspiegelt. Die maximalen Ladungen (.60 - .69) des zweiten Faktors (F-2; fein gestrichelt) liegen etwa im Zeitbereich zwischen 1200 und 2600 ms nach S1. Dies ist der Zeitbereich, in dem eine deutliche Positivierung nach dem Abschalten der Reize und die sich anschließende erneute Negativierung auftreten. Da aufgrund der variierenden Aufgabenschwierigkeit damit zu rechnen ist, dass die Analyse der aufgabenrelevanten Information vor allem in den Aufgaben *Anzahl* und *Farben* länger dauert als in den beiden anderen Aufgaben, besteht die Möglichkeit dass sich in diesem Faktor zusätzlich Latenzverschiebungen zwischen den Bedingungen niederschlagen. Der dritte Faktor (F-3; grau durchgezogen) zeigt maximale Ladungen (.80 - .87) im relativ eng umgrenzten Zeitbereich zwischen 350 und 700 ms (dem Zeitbereich der P3), Ladungen zwischen .60 und .70 auch noch bis etwa 1100 ms nach S1. Die Ladungsverläufe zeigen, dass in dem Zeitbereich, in dem mit dem Auftreten der iCNV zu rechnen ist (zwischen 500 und ca. 1500 ms nach Reizdarbietung), mehrere Prozesse aktiv sind, die alle zum Erscheinungsbild der EKP beitragen.

Auf dem vierten Faktor laden vor allem die Datenpunkte vor dem S1 (.60 - .67), während die Ladungen kurz nach der Darbietung des ersten Reizes steil abfallen. Dies lässt die Vermutung zu, dass es sich hierbei um eine Art „Baseline-Faktor“ handeln könnte. Interessant ist hier,

dass auch die anderen drei Faktoren in den 500 ms vor dem S1 mittlere Ladungen um die .45 aufweisen. Dies lässt die Vermutung zu, dass die Baseline-Aktivität die späteren Prozessen im S1-S2-Intervall beeinflusst.

### 9.2.2. Baseline

Als Maß für die empirische Baseline wurde eine Averageamplitude über 500 ms vor S1 berechnet. Die ANOVA der Baseline ergab einen signifikanten Haupteffekt HEMISPHERE [F(2,142) = 50.20;  $\epsilon = .84$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .31$ ] sowie eine signifikante Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE [F(4,284) = 39.35;  $\epsilon = .61$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .19$ ]. Der Post-hoc-Test zeigt, dass die Baseline an Elektroden entlang der Mittellinie negativer ist als über den Hemisphären und links negativer als rechts.

Die Interaktion mit Frontalität zeigt jedoch, dass dieser Effekt vor allem auf die Aktivität an zentralen Elektroden zurückgeht und sich frontal und parietal nicht zeigt (vgl. Abbildung 10).

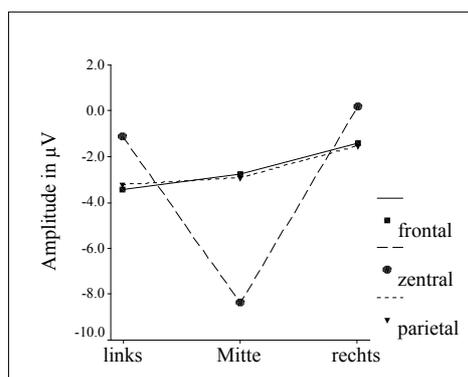


Abbildung 10: Topografie der Baseline-Amplitude.

Weiterhin ergab sich ein signifikanter Haupteffekt der Extraversionsgruppen auf die Baseline [F(2,71) = 3.36;  $p = .04$ ;  $\omega^2 = .06$ ] in der Form, dass die Baseline bei Introvertierten ( $\bar{x} = -1.91$ ) und Extravertierten ( $\bar{x} = -1.69$ ) weniger negativ ist als bei Ambivertierten ( $\bar{x} = -4.57$ ) (Abbildung 11).

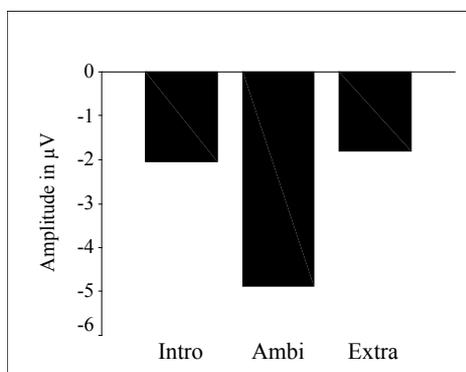


Abbildung 11: Mittlere Baseline-Amplituden vor S1 für Introvertierte (Intro), Ambivertierte (Ambi) und Extravertierte (Extra).

### 9.2.3. P3-Komponente

Die P3 ist eine reizgesteuerte Komponente (Kutas, McCarthy, & Donchin, 1977), die Prozesse der Reizidentifizierung und -kategorisierung zu indizieren scheint. Die Latenz der P3 wird gemeinhin als Indikator für die Dauer zentraler Reizevaluation angesehen. Aufgrund der konzeptionellen Unschärfen des Brebner-Cooper-Modells ist es jedoch nicht möglich, die angenommenen differentiellen Effekte verstärkter Reizanalyse mit eindeutigen Hypothesen bezüglich der P3-Latenz zu verknüpfen. Die postulierte S-Exzitation Introvertierter könnte sich sowohl in einer schnelleren Reizevaluation (und damit kürzeren P3-Latenzen) niederschlagen, als auch in der Tendenz, sich länger mit dargebotenen Reizen zu beschäftigen, was zu längeren P3-Latenzen führen müsste.

Die P3-Amplitude variiert u. a. systematisch mit der Aufgabenschwierigkeit. Ihre Amplitude wird umso kleiner, je schwieriger die Diskrimination zwischen Target- und Standardreizen ist. Auf allgemeinspsychologischer Ebene könnte man daher vermuten, dass die zunehmende Analysekomplexität in der vorliegenden Untersuchung zu reduzierten P3-Amplitude führen sollte. Aufgrund des inhibitorischen Charakters der P3 fällt das Ableiten *differentieller* Hypothesen im Sinne des Brebner-Cooper-Modells jedoch auch hier schwer.

Da die P3-Parameter jedoch sehr verbreitete Maße in der Erforschung kognitiver Prozesse sind, wurden sie in der vorliegenden Untersuchung trotz der genannten Schwierigkeiten parametrisiert und ausgewertet. Diese Auswertung besitzt jedoch eher explorativen Charakter.

#### P3-Latenz

Es ergab sich eine mittlere P3-Latenz von 383 – 398 ms (je nach Elektrode). Die ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE der P3-Latenz ergab signifikante Haupteffekte der Faktoren FRONTALITÄT [ $F(2,142) = 16.62$ ;  $\epsilon = .95$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .12$ ] und HEMISPHERE [ $F(2,142) = 7.41$ ;  $\epsilon = .76$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .05$ ]. Die P3 ist an zentralen und parietalen Elektroden etwas früher zu identifizieren als an frontalen Elektroden und taucht rechts schneller auf als links und in der Mitte.

#### P3-Amplitude

Die ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE ergab einen signifikanten Haupteffekt FRONTALITÄT mit einem ausgeprägt parietalen Maximum [parietal > zentral > frontal;  $F(2,142) = 233.85$ ;  $\epsilon = .61$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .68$ ] sowie einen Haupteffekt HEMISPHERE, der zeigt, dass die P3-Amplituden in der Mitte des Kopfes größer sind als über den Hemisphären [ $F(2,142) = 26.06$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .18$ ]. Die signifikante Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE [ $F(4,284) = 56.12$ ;  $\epsilon = .85$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .25$ ] zeigt, dass der Hemisphären-Effekt vor allem darauf zurückgeht, dass die P3 ihr charakteristisches Maximum an Pz aufweist (Abbildung 12).

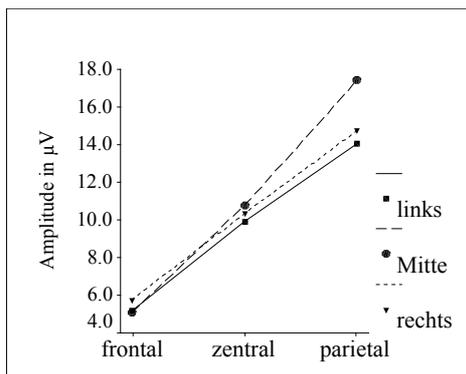


Abbildung 12: Mittlere P3-Amplitude an den neun Elektrodenpositionen.

Die signifikante Interaktion ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT [ $F(6,426) = 15.09$ ;  $\varepsilon = .70$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .09$ ] ergab, dass sich die P3-Amplitude an frontalen Elektroden nicht zwischen den vier Aufgaben unterscheidet, während die P3-Amplitude an zentralen und parietalen Elektroden in der Kontrollbedingung und in der Bedingung **Farben** kleiner ausfällt als in den Bedingungen **Form** und **Anzahl** [(Kontrolle = Farben) < (Form = Anzahl); Abbildung 13].

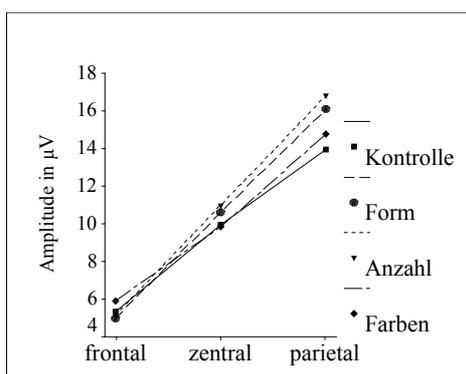


Abbildung 13: Mittlere P3-Amplitude in den vier Aufgaben an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden.

Als einziger Effekt mit Extraversion auf die P3 ergab sich eine statistisch bedeutsame Wechselwirkung EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x HEMISPHERE [ $F(12,426) = 2.98$ ;  $\varepsilon = .89$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .03$ ]: In der Kontrollbedingung entwickeln Extravertierte überall kleinere P3-Amplituden als Introvertierte und Ambivertierte (Intro = Ambi). In der Bedingung **Form** zeigen dagegen die Introvertierten kleinere P3-Amplituden als die beiden anderen Gruppen (Extra = Ambi), wobei dieser Effekt rechts besonders deutlich ist. Diese beiden einfachsten Bedingungen, die sich noch dazu in den Aufgabenanforderungen am ähnlichsten sind, ergeben demnach bezüglich Extravertierter und Introvertierter genau entgegengesetzte Effekte (Abbildung 14-a).

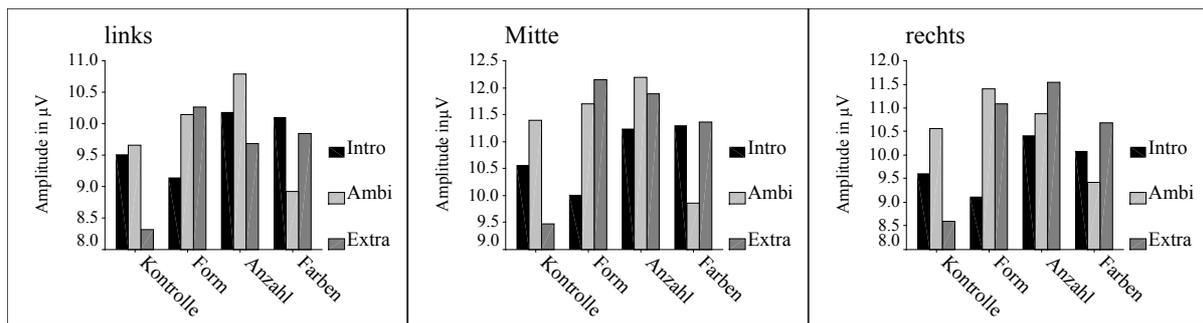


Abbildung 14-a: P3-Amplituden in den vier Aufgaben für Introvertierte (Intro), Ambivertierte (Ambi) und Extravertierte (Extra).

Anders sieht es in der Bedingung **Farben** aus. Hier unterscheiden sich Introvertierte und Extravertierte nicht in ihren P3-Amplituden, die größer sind als bei Ambivertierten. Dieser Effekt ist in der Mitte des Kopfes besonders ausgeprägt. Die kleinsten Unterschiede zwischen den Gruppen ergeben sich in der Bedingung Anzahl: Während sich die drei Gruppen in der Mitte nicht voneinander unterscheiden, zeigen Extravertierte links etwas kleinere P3-Amplituden als Ambivertierte, dagegen rechts etwas größere Amplituden als Introvertierte.

Die gleiche Wechselwirkung ist in Abbildung 14-b dargestellt. In dieser Darstellung sind vor allem die Unterschiede zwischen den vier Aufgaben innerhalb jeder Gruppe verdeutlicht.

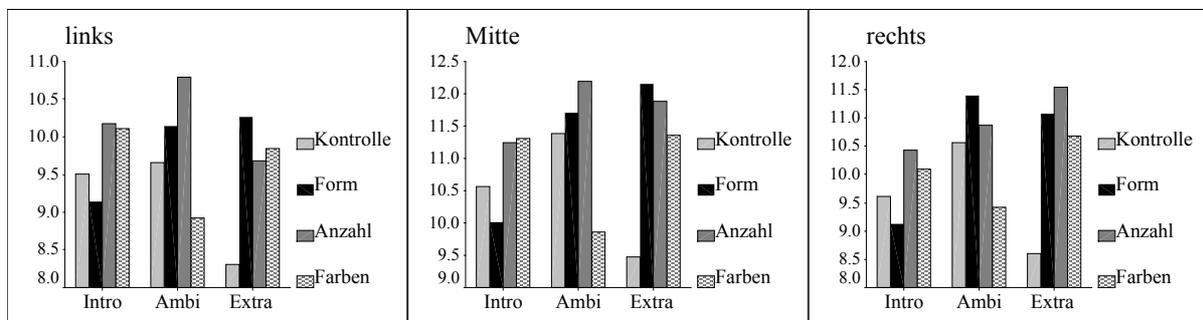


Abbildung 14-b: P3-Amplituden in den vier Aufgaben für Introvertierte (Intro), Ambivertierte (Ambi) und Extravertierte (Extra).

Der einzige Mittelwertsunterschied, der bei Introvertierten statistische Signifikanz erreicht, zeigt kleinere P3-Amplituden in der Bedingung **Form** als in der Bedingung Anzahl. Alle anderen Aufgaben unterscheiden sich nicht voneinander. Bei Extravertierten löst die Kontrollbedingung eine kleinere P3 aus als alle anderen Aufgaben, die sich wiederum untereinander nicht unterscheiden. Ganz anders in der Gruppe der Ambivertierten: Sie reagieren auf die komplexe Aufgabe **Farben** mit der kleinsten P3-Amplitude und auch hier unterscheiden sich die anderen Aufgaben nicht voneinander (außer links: Kontrolle < Anzahl). Alle diese Effekte sind in der Mitte des Kopfes besonders deutlich zu sehen.

## 9. 2. 4. Averageamplituden

In dem Zeitbereich, in dem Faktor 2 und Faktor 3 maximale Ladungen aufweisen, und der auch aus inhaltlichen Gründen als relevant für die Evozierung der iCNV erachtet wurde, wurden eine Reihe von Averageamplituden berechnet: Im Zeitbereich von 700 bis 1200 ms nach S1 wurden fünf Averageamplituden über Zeitfenster von jeweils 100 ms berechnet. Dies erschien sinnvoll, da in diesem Zeitbereich relativ schnelle Prozesse aktiv sind. Im Zeitbereich von 1500 bis 3100 ms wurden dagegen Averageamplituden über jeweils 400 ms berechnet, wobei diese vor der statistischen Analyse an der Positivierung des „Abschalt-Potentials“ (mittlere Latenz: 1282.95 ms) relativiert wurden (vgl. Abschnitt 8. 2. 10). Als Parameter für die tCNV wurden in den letzten 1000 ms vor S2 fünf Averageamplituden über jeweils 200 ms berechnet (ebenfalls relativ zum Abschaltpotential). Die drei betrachteten Zeitbereiche (700-1200 ms, 1500-3100 ms, 5000-6000 ms) wurden getrennt ausgewertet. Zunächst wurde jeweils eine ANOVA EXTRAVERSION (3) x ANALYSEKOMPLEXITÄT (4) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) x ZEITFENSTER (N) mit Messwiederholung auf den letzten vier Faktoren berechnet. Ergaben sich hier statistische Interaktionen mit dem Faktor ZEITFENSTER, wurde die einzelnen Averageamplituden einer Varianzanalyse EXTRAVERSION (3) x ANALYSEKOMPLEXITÄT (4) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) mit Messwiederholung auf den letzten drei Faktoren unterzogen.

### 9. 2. 4. 1. Averageamplituden im Zeitbereich der iCNV

Das zentrale Ergebnis vorweg: Bei keiner der berechneten Averageamplituden im Zeitbereich der iCNV ergab sich ein statistisch bedeutsamer Haupteffekt der Extraversionsgruppen [ $F(2,71) = 1.2 - 2.4$ ] oder eine signifikante Wechselwirkung zwischen Extraversion und einem anderen Faktor. Die F-Werte der hypothesenrelevanten Interaktion lagen in allen Analysen unter eins [ $F(12,426) = 0.30 - 0.97$ ]. Das bedeutet, dass die drei Extraversionsgruppen in der gleiche Art und Weise auf die zunehmend komplexere Reizanalyse reagieren. Die iCNV-Amplituden Extravertierter und Introvertierter unterscheiden sich in keiner der Aufgaben.

Im Folgenden werden die signifikanten Effekte der anderen Faktoren dargestellt. Die vollständigen Ergebnistabellen der verschiedenen Varianzanalysen finden sich im Anhang A-9 bis A-25.

### Averageamplituden im Zeitbereich von 700 bis 1200 ms

Mit den fünf Averageamplituden im Zeitbereich von 710 bis 1200 ms wurde zunächst eine ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER gerechnet. Die signifikanten Ergebnisse dieser Overall-Analyse sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: F-Werte, Freiheitsgrade (df), Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für alle signifikanten Effekte in der ANOVA EXTRAVERSION x FRONTALITÄT (Front) x HEMISPHÄRE (Hemis) x ANALYSEKOMPLEXITÄT x ZEITFENSTER im Zeitbereich von 710 bis 1200 ms nach S1.

	df <sub>Effekt</sub>	df <sub>Fehler</sub>	$\epsilon$	F	$p$	$\omega^2$
<b>Zeitfenster</b>	4	284	.56	88.03	< .01	<b>.48</b>
<b>Analysekomplexität</b>	3	213	.93	14.66	< .01	<b>.12</b>
<b>Frontalität</b>	2	142	.76	18.74	< .01	<b>.14</b>
<b>Hemisphäre</b>	2	142	1.0	4.67	.01	<b>.03</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre</b>	4	284	.98	30.60	< .01	<b>.15</b>
<b>Frontalität x Zeitfenster</b>	8	568	.27	136.51	< .01	<b>.49</b>
<b>Hemisphäre x Zeitfenster</b>	8	568	.44	5.82	< .01	<b>.03</b>
<b>Frontalität x Analysekomplexität</b>	6	426	.55	11.46	< .01	<b>.07</b>
<b>Hemisphäre x Analysekomplexität</b>	6	426	.82	4.59	< .01	<b>.02</b>
<b>Analysekomplexität x Zeitfenster</b>	12	852	.66	16.03	< .01	<b>.11</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre x Zeitfenster</b>	16	1136	.43	13.27	< .01	<b>.06</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre x Analysekomplexität</b>	12	852	.92	3.21	< .01	< .01
<b>Frontalität x Analysekomplexität x Zeitfenster</b>	24	1704	.25	9.84	< .01	<b>.05</b>
<b>Hemisphäre x Analysekomplexität x Zeitfenster</b>	24	1704	.46	3.52	< .01	.01
<b>Front x Hemis x Analysekomplexität x Zeitfenster</b>	48	3408	.51	2.85	< .01	< .01
<b>Extraversion x Analysekomplexität x Zeitfenster</b>	24	852	.66	3.01	< .01	<b>.03</b>

Zunächst ergab sich ein starker Haupteffekt ZEITFENSTER [ $F(2,284) = 2.98$ ;  $\epsilon = .56$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .48$ ], der in Abbildung 15 dargestellt ist.

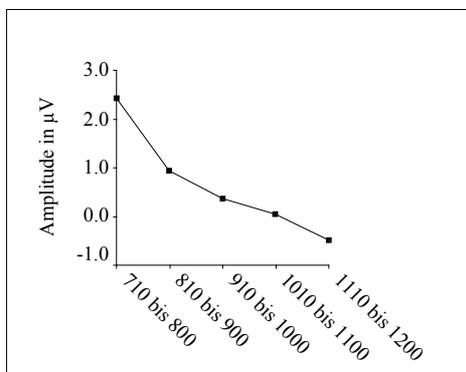


Abbildung 15: Mittlere Amplituden im Zeitbereich von 710 bis 1200 ms nach S1.

Weiterhin ergaben sich signifikante Haupteffekte FRONTALITÄT [ $F(2,142) = 18.74$ ;  $\epsilon = .76$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .14$ ] und HEMISPHÄRE [ $F(2,142) = 4.67$ ;  $p = .01$ ;  $\omega^2 = .03$ ] sowie eine signifikante Interaktion zwischen beiden Faktoren [ $F(4,284) = 30.60$ ;  $\epsilon = .98$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .15$ ]. Diese drei Effekte werden durch zusätzliche Interaktionen mit dem Faktor

ZEITFENSTER moderiert (vgl. Tabelle 7). Die nachfolgenden Analysen EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE der einzelnen Averageamplituden ergaben folgendes Bild:

Im Zeitbereich zwischen 710 und 1000 ms ergaben sich signifikante Haupteffekte FRONTALITÄT, die danach jedoch verschwanden (vgl. Tabelle 8). Im Zeitbereich von 710 - 800 ms findet man ein klares positives Amplitudenmaximum an parietalen Elektroden ( $\omega^2_{710-800} = .43$ ). In den folgenden 200 ms reduziert sich die Positivität an parietalen und zentralen Elektroden hin zu einer flacheren Skalpverteilung ( $\omega^2_{810-900} = .24$ ;  $\omega^2_{910-1000} = .08$ ). Den *Grand Means* (Abbildung 8) kann man entnehmen, dass es sich bei diesem Effekt in erster Linie um das Zurückschwingen der P3-Amplitude in diesem Zeitbereich handelt.

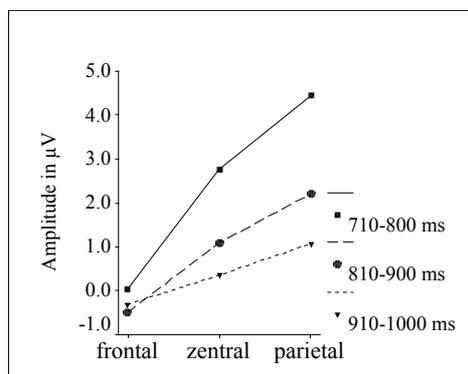


Abbildung 16: Mittlere Amplituden an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden in den drei Zeitfenstern zwischen 710 und 1000 ms.

Der Haupteffekt HEMISPHERE wurde in den drei Zeitfenstern von 810 bis 1100 ms statistisch bedeutsam (vgl. Tabelle 8). Amplituden über der rechten Hemisphäre sind durchgängig etwas positiver (bzw. weniger negativ) als über der linken Hemisphäre. Dieser Effekt ist jedoch in allen Zeitfenstern klein ( $\omega^2 = .04 - .05$ ).

Tabelle 8: F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für die Haupteffekte FRONTALITÄT (HE Front) und HEMISPHERE (HE Hemis) sowie die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE (Front x Hemis) im Zeitbereich von 710 bis 1200 ms nach S1.

	HE Frontalität df (2,142)				HE Hemisphäre df (2,142)				Frontalität x Hemisphäre df (4,284)			
	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>710 - 800 ms</b>	84.78	.70	< .01	<b>.43</b>	2.73	1.0	n. s.		43.84	.90	< .01	<b>.20</b>
<b>810 - 900 ms</b>	35.52	.72	< .01	<b>.24</b>	6.02	1.0	< .01	<b>.04</b>	36.00	.96	< .01	<b>.17</b>
<b>910 - 1000 ms</b>	10.83	.76	< .01	<b>.08</b>	5.79	.99	< .01	<b>.04</b>	27.14	1.0	< .01	<b>.14</b>
<b>1010 - 1100 ms</b>	2.92	.79	n. s.		6.62	1.0	< .01	<b>.05</b>	19.06	1.0	< .01	<b>.10</b>
<b>1110 - 1200 ms</b>	< 1.0	.77	n. s.		2.82	1.0	n. s.		23.30	.98	< .01	<b>.12</b>

Die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE wurde in allen fünf betrachteten Zeitfenstern statistisch bedeutsam (Tabelle 8). Am größten ist dieser Effekt zwischen 710 und 900 ms ( $\omega^2_{710-800} = .20$ ;  $\omega^2_{810-900} = .17$ ): Überall herrscht ein parietal positives Amplitudenmaximum,

jedoch ist diese Skalpverteilung entlang der Mittellinie steiler als links und rechts. An frontalen Elektroden entwickelt sich zur gleichen Zeit eine Negativierung. Post-hoc-Test ergaben, dass die topografische Verflachung über den Hemisphären darauf zurückgeht, dass die zurückschwingende P3 rechts und links parietal weniger positiv ist, während die sich gleichzeitig entwickelnde frontale Negativierung über den Hemisphären weniger ausgeprägt ist als an Fz (vgl. Abbildung 17).

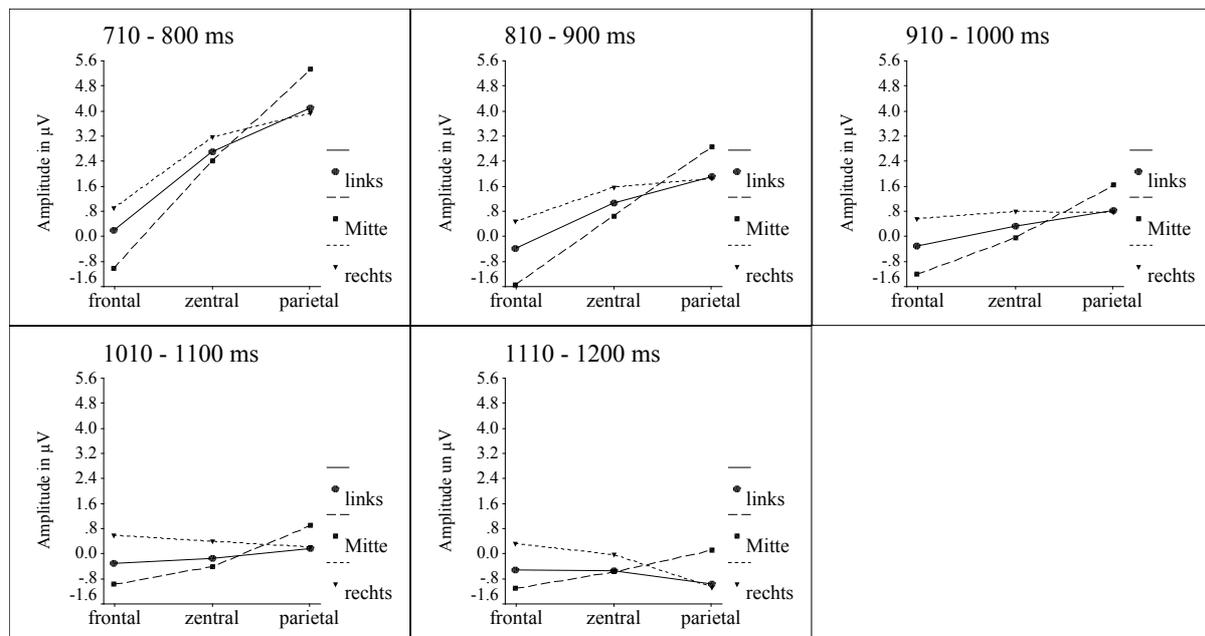


Abbildung 17: Mittlere Amplituden an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden im Zeitbereich von 710 bis 1200 ms für die linke und rechte Hemisphäre sowie entlang der Mittellinie.

Ab etwa 900 ms nach S1 verflacht sich die Skalpverteilung überall. Zwar bleibt entlang der Mittellinie eine schwache „frontal negativ - parietal positiv“-Verteilung erhalten, rechts und links kommt es dagegen zu einer Gleichverteilung der Amplituden von vorne nach hinten. Die Post-hoc-Tests dieser Interaktion differenzieren weiterhin den Haupteffekt HEMISPHERE: Positivere Amplituden über der rechten Hemisphäre finden sich vor allem an frontalen Elektroden.

Weiterhin fanden sich in der Overall-ANOVA eine Reihe von Effekten im Zusammenhang mit der Aufgabenschwierigkeit. Es ergab sich ein Haupteffekt ANALYSEKOMPLEXITÄT [ $F(3,213) = 14.66$ ;  $\epsilon = .93$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .12$ ], der mit dem Faktor ZEITFENSTER interagiert [ $F(12,852) = 16.03$ ;  $\epsilon = .66$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .11$ ] (vgl. Tabelle 7). Die einzelnen Varianzanalysen EXTRAVERSION x ANALYSE-KOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE zeigen in allen betrachteten Zeitfenstern die gleiche Struktur des Komplexitätseffektes (Abbildung 18), dessen Stärke lediglich über die Zeit abnimmt (vgl. Tabelle 9).

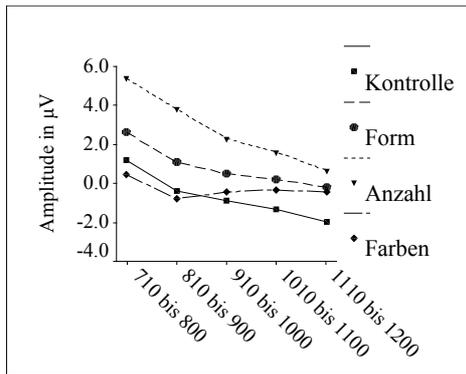


Abbildung 18: Mittlere Amplituden in den vier Aufgaben in den fünf Zeitfenstern zwischen 710 und 1200 ms.

Am größten ist der Komplexitätseffekt im Zeitbereich von 710-900 ms ( $\omega^2_{710-800} = .21$ ;  $\omega^2_{810-900} = .18$ ). Zwischen 710 und 1000 ms weist die Bedingung *Anzahl* im Mittel über alle Elektrodenpositionen die größten positiven Amplituden (geringste Negativität) auf, während sich die anderen drei Bedingungen im Wesentlichen nicht voneinander unterscheiden (außer *Form* > *Farben*, 710-800 ms). Zwischen 1010 und 1200 ms sind die Amplituden in allen vier Bedingungen sehr ähnlich. Unterschiede bestehen nur noch zwischen der Bedingung *Anzahl* und der Kontrollbedingung.

Da die iCNV im Allgemeinen bei informationshaltigem S1 ein frontales Amplitudenmaximum aufweist, ist für die Frage, wie sich die Variation der Analysekomplexität auf die iCNV-Amplitude ausgewirkt hat, auf statistischem Niveau vor allem die Wechselwirkung zwischen ANALYSEKOMPLEXITÄT und dem Faktor FRONTALITÄT von Interesse. Diese Interaktion wurde in der Overall-ANOVA signifikant [ $F(6,426) = 11.46$ ;  $\varepsilon = .55$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .07$ ] und wird wiederum vom Faktor ZEITFENSTER moderiert [ $F(24,1704) = 9.84$ ;  $\varepsilon = .25$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .05$ ]. In Tabelle 9 sind die Effekte der Interaktion ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT aus den Varianzanalysen in den einzelnen Zeitfenstern zusammengefasst.

Tabelle 9: F-Werte, Huynh-Feldt- $\varepsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für den Haupteffekt (HE) ANALYSEKOMPLEXITÄT sowie die Interaktionen ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT (Front) und ANALYSEKOMPLEXITÄT x HEMISPHERE (Hemis) im Zeitbereich von 710 bis 1200 ms nach S1.

	HE Analysekomplexität df (3,213)				Analysekomplexität x Front df (6,426)				Analysekomplexität x Hemis df (6,426)			
	F	$\varepsilon$	$P$	$\omega^2$	F	$\varepsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\varepsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>710 - 800 ms</b>	27.66	1.0	< .01	<b>.21</b>	11.21	.46	< .01	<b>.06</b>	4.53	.88	< .01	<b>.02</b>
<b>810 - 900 ms</b>	23.20	.96	< .01	<b>.18</b>	12.53	.49	< .01	<b>.07</b>	4.75	.88	< .01	<b>.02</b>
<b>910 - 1000 ms</b>	10.12	.91	< .01	<b>.08</b>	11.54	.58	< .01	<b>.07</b>	3.66	.82	< .01	<b>.02</b>
<b>1010 -1100 ms</b>	7.87	.88	< .01	<b>.07</b>	11.55	.65	< .01	<b>.07</b>	4.74	.88	< .01	<b>.02</b>
<b>1110- 1200 ms</b>	6.55	.96	< .01	<b>.05</b>	8.92	.63	< .01	<b>.05</b>	4.69	.81	< .01	<b>.02</b>

Da die gesamte Topografie der einzelnen Bedingungen für die Prüfung der Hypothese nicht vorrangig von Bedeutung ist, wird bei der Beschreibung der Ergebnisse vor allem auf die

Unterschiede eingegangen, die der Tukey's HSD-Test zwischen den Bedingungen an frontalen Elektroden ergab. Die Unterschiede an parietalen Elektroden lassen sich in erster Linie durch den Einfluss der zurückschwingenden P3 erklären.

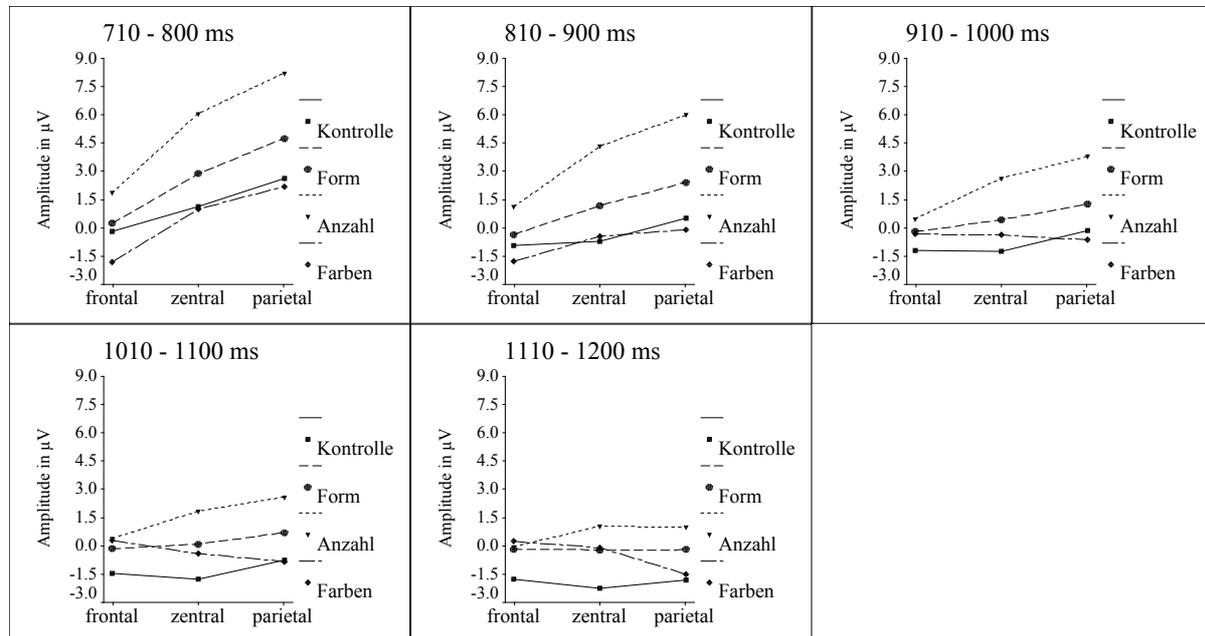


Abbildung 19: Mittlere Amplituden an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden in den vier Aufgaben in den fünf Zeitfenstern zwischen 710 und 1200 ms.

Im Zeitbereich von 710 bis 900 ms unterscheiden sich die beiden einfachsten Bedingungen (**Kontrolle & Form**) an frontalen Elektroden nicht voneinander, weisen aber erwartungsgemäß niedrigere negative Amplituden auf als die schwierigste Bedingung **Farben** (vgl. Abbildung 19). Unerwartet ist lediglich das Ergebnis der Bedingung **Anzahl**: Hier sind die Amplituden in diesem Zeitbereich frontal positiver als in den anderen Bedingungen. Ein Blick in die *Grand Means* (vgl. Abbildung 8, S. 80) zeigt, dass hier eine deutliche zusätzliche Positivierung zu sehen ist, die in den anderen Bedingungen nicht in der Form ausgelöst wird. Im Zeitfenster 910-1000 ms verschwinden die frontalen Amplitudenunterschiede zwischen den Bedingungen weitgehend (außer: Kontrolle > Anzahl). In den folgenden Zeitbereichen zeigt sich zunächst ein unerwartetes Bild: Zwischen 1010 und 1200 ms findet man frontal die größten negativen Amplituden in der Kontrollbedingung, während die Amplituden in den schwierigeren Aufgaben positiv sind und sich nicht voneinander unterscheiden. Dieses Ergebnis ist darauf zurückzuführen, dass nach Abschalten der Reize (bei 1000 ms) eine stark ausgeprägte Positivierung auftritt, die um so größer ist, je schwieriger die geforderte Reizanalyse war. Die letzten beiden Averageamplituden spiegeln hier daher bereits diesen *positiven Absturz* des „Abschalt-Potentials“ wider. Auf diese positive Komponente nach Abschalten der Reize wird weiter unten eingegangen.

Weiterhin ergab sich in der Overall-Analyse EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER eine signifikante Interaktion ANALYSEKOMPLEXITÄT x HEMISPHERE [ $F(6,426) = 4.59$ ;  $\varepsilon = .82$ ;  $p = .001$ ;  $\omega^2 = .02$ ].

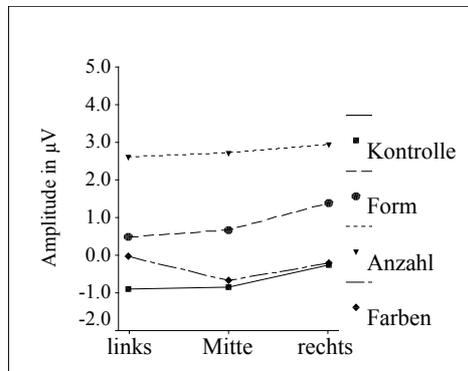


Abbildung 20: Mittlere Amplituden an linken und rechten, sowie an Elektroden entlang der Mittellinie in den vier Aufgaben im Zeitbereich von 710 bis 1200 ms.

Die Bedingung **Kontrolle** und **Form** verfolgen in ihrer Verteilung über die Hemisphären die Struktur des Hemisphären-Haupteffektes: Rechts finden sich leicht positivere Amplituden, während sich linke und mittlere Elektroden nicht unterscheiden [(links = Mitte) < rechts]. Die Bedingung **Anzahl** zeigt dagegen eine Gleichverteilung der Amplituden über die Hemisphären, während in der Bedingung **Farben** an mittleren Elektroden etwas negativere Amplituden auftreten als rechts und links (vgl. Abbildung 20).

Diese Wechselwirkung interagiert zwar zusätzlich mit dem Faktor ZEITFENSTER, jedoch erbringt die dreifache Wechselwirkung lediglich eine Varianzaufklärung von 1%, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Interaktion ANALYSEKOMPLEXITÄT x HEMISPHERE in allen betrachteten Zeitfenstern hinreichend parallel verläuft (vgl. Tabelle 9). Generell sind die Hemisphärenunterschiede zwischen den Aufgaben jedoch klein ( $\omega^2 = .02$ ).

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass sich in allen Zeitbereichen zwischen 710 und 1200 ms zusätzlich eine signifikante Interaktion ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE ergab, die allerdings nur maximal 1% der systematischen Varianz erklärt. Diese Interaktion wird daher hier nicht weiter behandelt.

Der einzige Effekt mit Beteiligung des Extraversionsfaktors besteht in einer dreifachen Wechselwirkung EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x ZEITFENSTER [ $F(24,852) = 3.01$ ;  $\varepsilon = .25$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .05$ ]. Dieser Effekt geht darauf zurück, dass Extravertierte am Ende des hier betrachteten Zeitbereiches, d. h. kurz vor dem positiven Absturz, in der Kontrollbedingung eine ausgeprägte Negativierung zeigen, die bei Ambivertierten kaum und bei Introvertierten gar nicht zu beobachten ist (vgl. Abbildung 21). Auf deskriptivem Niveau ist diese Negativierung auch in den gruppenspezifischen *Grand Means* zu sehen (vgl. Abbildung 8, S. 80), die Interaktion EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT erreicht jedoch in der Varianzanalyse der Averageamplitude 1110-1200 ms keine statistische Signifikanz ( $p = .07$ ).

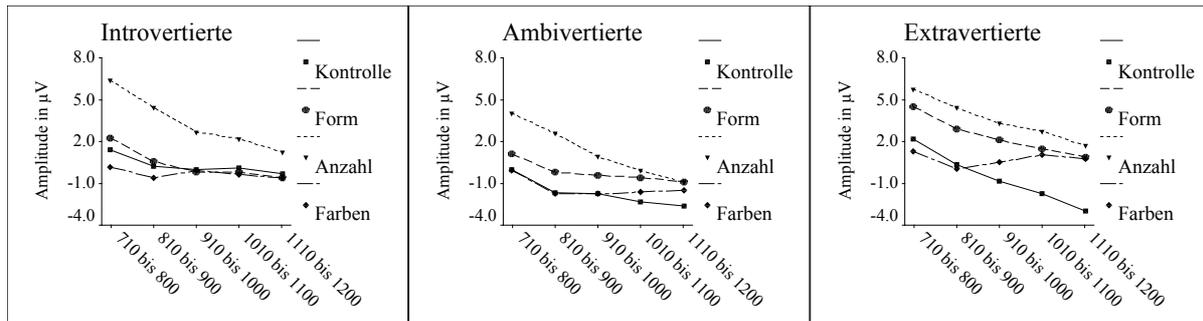


Abbildung 21: Mittlere Amplituden in den vier Aufgaben für Introvertierte, Ambivertierte und Extravertierte im Zeitbereich von 710 bis 1200 ms nach S1.

## Die Positivierung nach Abschalten der Reize

Nach dem Abschalten der Reize (nach 1000 ms) sieht man in den *Grand Means* eine zentral maximale positive Komponente. Diese Positivierung wird im Folgenden als „Abschalt-Potential“ bezeichnet. Damit soll allerdings nicht impliziert sein, dass es sich hierbei um eine rein exogene Komponente handelt, die durch das bloße Wegfallen des Reizes ausgelöst wird. Es wird viel eher davon ausgegangen, dass diese Komponente einen zusätzlichen Prozess im Zuge der Reizanalyse abbildet.

Die ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE ergab für die Latenz der Positivierung einen Haupteffekt ANALYSEKOMPLEXITÄT [ $F(3,213) = 7.81$ ;  $\epsilon = .77$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .06$ ], der zeigt, dass diese Komponente in der Kontrollbedingung ( $\bar{x} = 319$  ms nach Reiz-Offset) später auftritt als in den schwierigeren Bedingungen *Anzahl* ( $\bar{x} = 257$  ms) oder *Farben* ( $\bar{x} = 264$  ms). Die Bedingung *Form* ( $\bar{x} = 291$  ms) liegt dazwischen. Weiterhin erscheint die Positivierung rechts etwas langsamer [Haupteffekt HEMISPHERE:  $F(2,142) = 5.97$ ;  $\epsilon = .87$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .04$ ], wobei dieser Effekt nur zentral und parietal auftritt. An frontalen Elektroden besteht kein Unterschied zwischen den Hemisphären [FRONTALITÄT x HEMISPHERE:  $F(4,284) = 4.21$ ;  $\epsilon = .95$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .02$ ].

Bezüglich der Amplitude der Positivierung ergab die varianzanalytische Auswertung einen Haupteffekt FRONTALITÄT [ $F(2,142) = 11.95$ ;  $\epsilon = .72$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .09$ ], einen Haupteffekt HEMISPHERE [ $F(2,142) = 6.79$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .05$ ] sowie eine Interaktion beider Faktoren [ $F(4,284) = 16.82$ ;  $\epsilon = .99$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .10$ ]: Die Amplitude der Positivierung ist parietal deutlich niedriger als frontal und zentral und links etwas niedriger als rechts und in der Mitte. Die stärkere Positivität über der rechten Hemisphäre zeigt sich allerdings nur an frontalen und zentralen Elektroden, während die Amplitude an parietalen Elektroden in der Mitte stärker ausgeprägt ist als über den beiden Hemisphären.

Besonders interessant ist, dass die Amplitude des Abschalt-Potentials von der Aufgabenschwierigkeit abhängt [Haupteffekt ANALYSEKOMPLEXITÄT:  $F(3,213) = 10.98$ ;  $\epsilon = .99$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .10$ ]: Die Kontrollbedingung löst die niedrigste Abschalt-Positivierung aus, die

schwierige Bedingung **Farben** dagegen die größte. Die Bedingungen **Form** und **Anzahl** liegen dazwischen und unterscheiden sich nicht voneinander [Kontrolle < (Form = Anzahl) < Farben]. Der Effekt der Analysekomplexität interagiert mit den Faktoren FRONTALITÄT [ $F(6,426) = 6.47$ ;  $\varepsilon = .63$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .04$ ] und HEMISPHÄRE [ $F(6,426) = 6.27$ ;  $\varepsilon = .89$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .03$ ]. Diese Interaktionen sind in Abbildung 22 dargestellt.

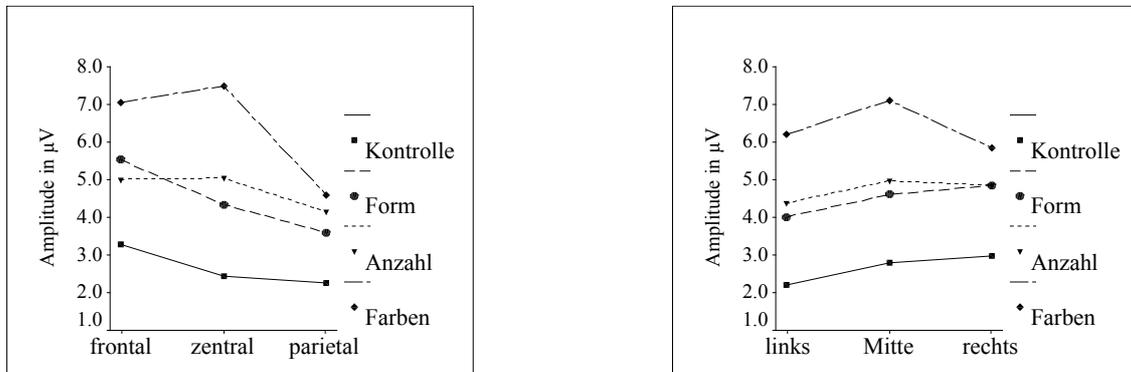


Abbildung 22: Mittlere Amplituden in den vier Aufgaben an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden (linke Abbildung) ebenso wie an linken, mittleren und rechten Elektroden (rechte Abbildung).

### Averageamplituden im Zeitbereich von 1500 bis 3100 ms

Mit den vier Averageamplituden im Zeitbereich von 1510 bis 3100 ms wurde zunächst wieder eine ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHÄRE x ZEITFENSTER gerechnet. Die signifikanten Ergebnisse dieser Overall-Analyse sind in Tabelle 10 dargestellt.

Es ergab sich ein starker Haupteffekt ZEITFENSTER [ $F(3,213) = 67.40$ ;  $\varepsilon = .49$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .67$ ], der zeigt, dass sich nach dem ‚positiven Absturz‘ erneut eine deutliche langsame Negativierung entwickelt. Diese Negativierung ist an allen Elektrodenpositionen zu beobachten. Sie ist um so größer, je schwieriger die Reizanalyse in der jeweiligen Aufgabe war [Haupteffekt ANALYSEKOMPLEXITÄT:  $F(3,213) = 10.24$ ;  $\varepsilon = .90$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .09$ ; vgl. Abbildung 23].

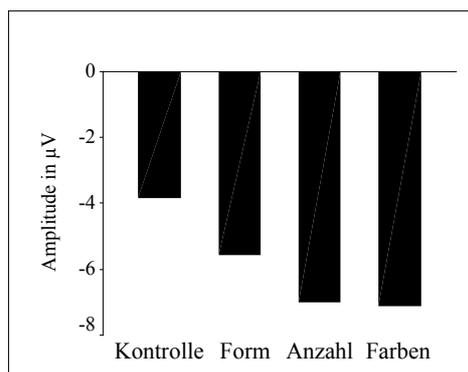


Abbildung 23: Mittlere Amplitude in den vier Aufgaben im Zeitbereich von 1510 bis 3100 ms nach S1 (nach Relativierung am Abschalt-Potential).

Die Interaktion ANALYSEKOMPLEXITÄT x ZEITFENSTER [ $F(9,639) = 7.80$ ;  $\varepsilon = .51$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .05$ ] zeigt zusätzlich, dass die Negativierung ihr Amplitudenmaximum in der schwierigsten Aufgabe *Farben* später erreicht als in den leichteren Bedingungen (vgl. Abbildung 24).

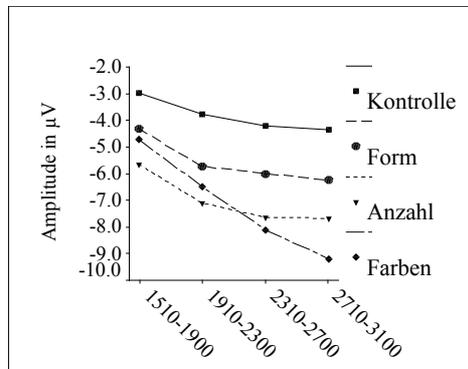


Abbildung 24: Mittlere Amplitude in den vier Aufgaben für die vier Zeitfenster im Zeitbereich von 1510 bis 3100 ms nach S1 (nach Relativierung am Abschalt-Potential)

Tabelle 10: F-Werte, Freiheitsgrade (df), Huynh-Feldt- $\varepsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für alle signifikanten Effekte in der ANOVA EXTRAVERSION x FRONTALITÄT (Front) x HEMISPHERE (Hemis) x ANALYSEKOMPLEXITÄT x ZEITFENSTER im Zeitbereich von 1510 bis 3100 ms nach S1.

	df <sub>Effekt</sub>	df <sub>Fehler</sub>	$\varepsilon$	F	$p$	$\omega^2$
<b>Zeitfenster</b>	3	213	.49	67.40	< .01	<b>.67</b>
<b>Frontalität</b>	2	142	.63	15.67	< .01	<b>.13</b>
<b>Hemisphäre</b>	2	142	1.0	18.00	< .01	<b>.15</b>
<b>Analysekomplexität</b>	3	213	.90	10.24	< .01	<b>.09</b>
<b>Analysekomplexität x Zeitfenster</b>	9	639	.51	7.80	< .01	<b>.05</b>
<b>Frontalität x Zeitfenster</b>	6	426	.30	4.78	.01	<b>.02</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre</b>	4	284	.97	25.09	< .01	<b>.13</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre x Zeitfenster</b>	12	852	.45	26.06	< .01	<b>.10</b>
<b>Frontalität x Analysekomplexität</b>	6	426	.64	3.58	< .01	<b>.02</b>
<b>Hemisphäre x Analysekomplexität</b>	6	426	.89	7.53	< .01	<b>.04</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre x Analysekomplexität</b>	12	852	.88	4.83	< .01	<b>.02</b>
<b>Frontalität x Analysekomplexität x Zeitfenster</b>	18	1278	.38	2.28	.03	< .01
<b>Hemisphäre x Analysekomplexität x Zeitfenster</b>	18	1278	.54	2.74	< .01	< .01
<b>Front x Hemis x Analysekomplexität x Zeitfenster</b>	36	2556	.44	4.07	< .01	.01

Topografische Effekte auf diese Negativierung ergaben sich in der Overall-Analyse in Form eines signifikanten Haupteffektes HEMISPHERE [F(2,142) = 18.00;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .15$ ], der zeigt, dass die Negativierung im gesamten Zeitbereich zwischen 1510 und 3100 ms ein deutlich zentrales Amplitudenmaximum aufweist [Mitte > (links = rechts)]. Weiterhin ergaben sich ein Haupteffekt FRONTALITÄT [F(2,142) = 15.67;  $\varepsilon = .63$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .13$ ] sowie eine signifikante Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE [F(4,284) = 25.09;  $\varepsilon = .97$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .13$ ], wobei beide Effekte noch zusätzlich mit dem Faktor ZEITFENSTER interagieren (FRONTALITÄT x ZEITFENSTER:  $\omega^2 = .02$ ; FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER:  $\omega^2 = .10$ ; vgl. Tabelle 10). Die ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE in den *einzelnen* Zeitfenstern zeigt, dass die Struktur des Frontalitäts-effektes in Form eines ausgeprägt fronto-zentralen Maximums in allen Zeitfenstern gleich ist [(frontal = zentral) > parietal], dass dieser Effekt jedoch im betrachteten Zeitbereich immer kleiner wird (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: F-Werte, Huynh-Feldt- $\varepsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für die Haupteffekte FRONTALITÄT (Front) und HEMISPHERE (Hemis) sowie die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE (Front x Hemis) im Zeitbereich von 1510 bis 3100 ms nach S1.

	HE Frontalität df (2,142)				HE Hemisphäre df (2,142)				Frontalität x Hemisphäre df (4,284)			
	F	$\varepsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\varepsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\varepsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>1510 - 1900 ms</b>	27.64	.61	< .01	<b>.19</b>	21.26	1.0	< .01	<b>.15</b>	19.79	.98	< .01	<b>.10</b>
<b>1910 - 2300 ms</b>	16.08	.62	< .01	<b>.12</b>	21.67	1.0	< .01	<b>.16</b>	22.04	.96	< .01	<b>.11</b>
<b>2310 - 2700 ms</b>	10.66	.65	< .01	<b>.08</b>	15.92	1.0	< .01	<b>.12</b>	25.32	1.0	< .01	<b>.13</b>
<b>2710 - 3100 ms</b>	8.48	.64	< .01	<b>.06</b>	10.85	1.0	< .01	<b>.08</b>	27.89	.98	< .01	<b>.14</b>

Die Post-hoc-Tests der Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE in den einzelnen Zeitfenstern zeigen, dass im gesamten Zeitbereich ein Amplitudenmaximum der Negativierung an Cz besteht. Die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE mit den Zeitfenstern geht darauf zurück, dass die Amplitude der Negativierung zwischen 1510 und 2300 ms an frontalen Elektroden etwa ebenso groß ist wie an zentralen Elektroden, sich frontal aber keinerlei Hemisphärenunterschiede zeigen (vgl. Abbildung 25). An parietalen Elektroden ist die Verteilung über die Hemisphären in diesen Zeitbereichen flach [(links = Mitte) > rechts]. Im Zeitbereich zwischen 2310 und 3100 ms entsteht parietal dagegen ein Amplitudenmaximum in der Mitte (Pz), während die Negativierung an frontalen Elektroden rechts etwas größer wird als links und in der Mitte.

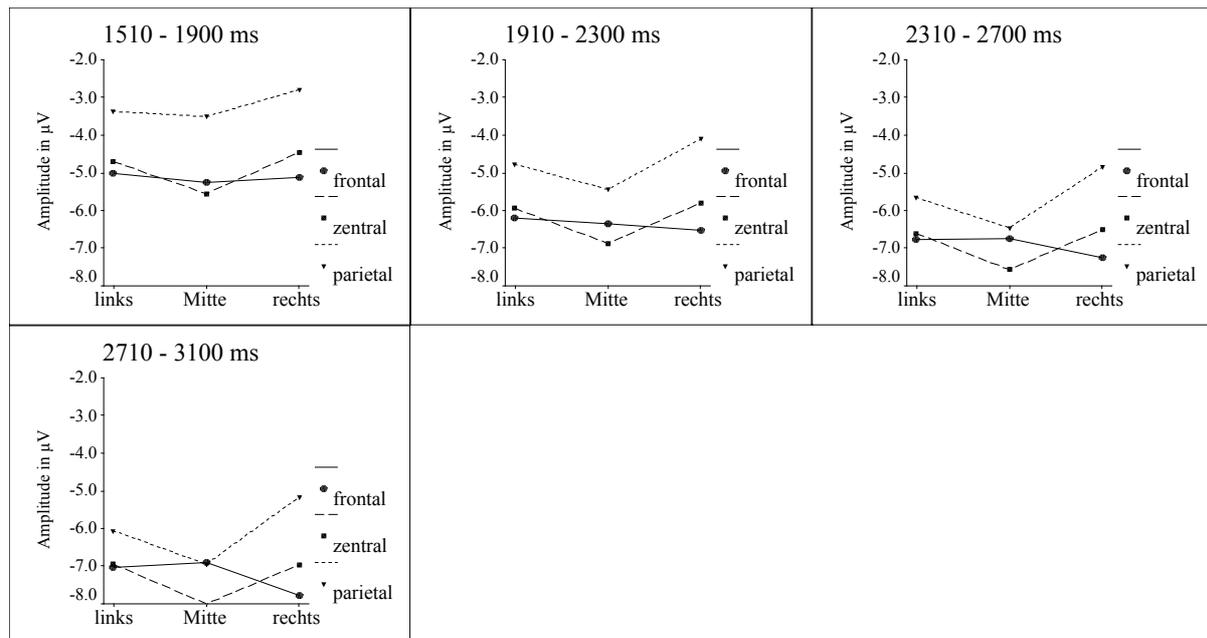


Abbildung 25: Mittlere Amplituden an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden über den Hemisphären und entlang der Mittellinie in den vier Zeitfenstern zwischen 1510 und 3100 ms.

Auch die Effekte der Analysekomplexität stehen in Zusammenhang mit den Topografiefaktoren, jedoch sind die topografischen Unterschiede zwischen den Aufgaben meist klein. Die Interaktionen ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT [ $F(6,426) = 3.58$ ;  $\epsilon = .67$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .02$ ] und ANALYSEKOMPLEXITÄT x HEMISPÄRE [ $F(6,426) = 7.53$ ;  $\epsilon = .89$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .04$ ] sind in Abbildung 26 dargestellt.

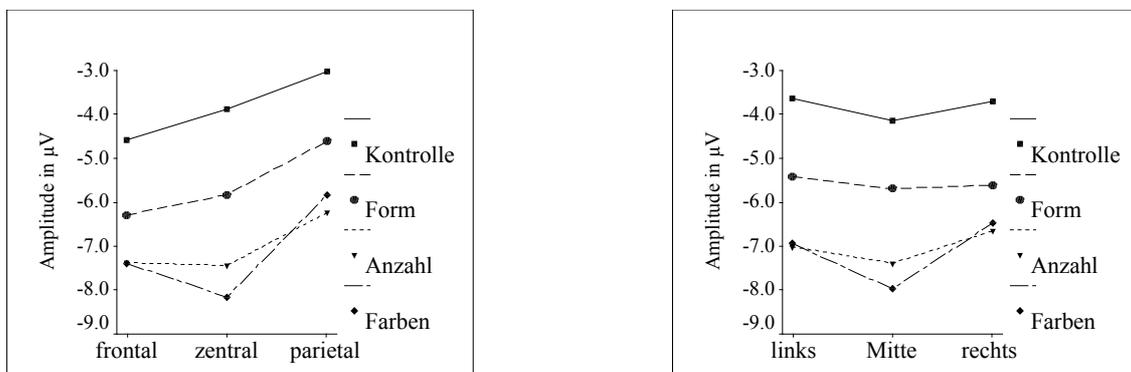


Abbildung 26: Mittlere Amplituden in den vier Aufgaben an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden (linke Abbildung) ebenso wie an linken, mittleren und rechten Elektroden (rechte Abbildung).

In den Aufgaben **Form**, **Anzahl** und **Farben** findet sich die Struktur des Frontalitätshaupteffektes wieder: Parietal ist die Negativierung kleiner als frontal und zentral. In der Kontrollaufgabe unterscheiden sich lediglich die Amplituden an frontalen und parietalen Elektroden. Hemisphärische Unterschiede bestehen lediglich in den schwierigen Aufgaben **Anzahl** und **Farben**: In beiden Aufgaben liegt das Maximum der Negativierung an den Elektroden entlang der Mittellinie, während die Amplituden zu den Seiten hin leicht abfallen.

Einen ähnlichen Eindruck erhält man bei der Betrachtung der Interaktion ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPÄRE [ $F(12,852) = 4.83$ ;  $\epsilon = .88$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .02$ ].

In den beiden einfachen Aufgaben **Kontrolle** und **Form** ist die topografische Verteilung nach allen Seiten hin sehr flach (Abbildung 27). Mit zunehmender Aufgabenschwierigkeit bildet sich jedoch ein deutliches Amplitudenmaximum an Cz heraus und die Aktivität an parietalen Elektroden geht zurück.

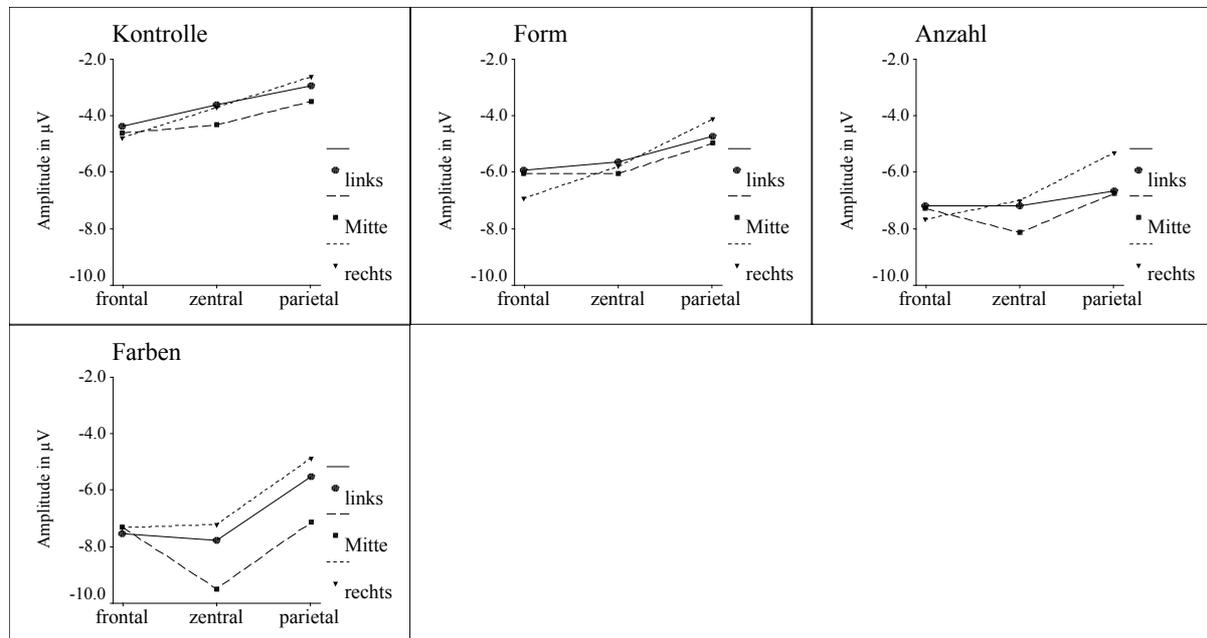


Abbildung 27: Mittlere Amplituden in den vier Aufgaben an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden über den Hemisphären und entlang der Mittellinie im Zeitbereich zwischen 1510 und 3100 ms.

Die eben beschriebenen Effekte interagieren zwar mit dem Faktor ZEITFENSTER (vgl. Tabelle 10), diese dreifachen bzw. vierfachen Wechselwirkungen erklären jedoch weniger als 1% systematischer Varianz, so dass man davon ausgehen kann, dass die untergeordneten Effekte in den Analysen der einzelnen Averageamplituden hinreichend parallel verlaufen. Auf sie wird hier daher nicht weiter eingegangen.

Im Zeitbereich der Negativierung zwischen 1510 und 3100 ms ergaben sich ebenfalls keine Extraversionseffekte oder Interaktionen mit diesem Faktor. Die hypothesenrelevante Interaktion EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT erreichte überall F-Werte unter eins.

### 9.2.4.2. Averageamplituden im Zeitbereich der tCNV

Die tCNV wurde erfasst als die Negativierung in den letzten 1000 ms vor S2, wobei in diesem Zeitbereich drei Averageamplituden berechnet wurden (5010-5400 ms, 5410-5800 ms, 5810-6000 ms). Die Ergebnisse der ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER sind in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: F-Werte, Freiheitsgrade (df), Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für alle signifikanten Effekte in der ANOVA EXTRAVERSION x FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ANALYSEKOMPLEXITÄT x ZEITFENSTER im Zeitbereich von 5010 bis 6000 ms nach S1.

	df <sub>Effekt</sub>	df <sub>Fehler</sub>	$\epsilon$	F	$p$	$\omega^2$
<b>Zeitfenster</b>	2	142	.64	34.47	< .01	<b>.30</b>
<b>Hemisphäre</b>	2	142	1.0	4.73	.01	<b>.03</b>
<b>Analysekomplexität</b>	3	213	1.0	14.94	< .01	<b>.14</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre</b>	4	284	1.0	7.96	< .01	<b>.04</b>
<b>Hemisphäre x Zeitfenster</b>	4	284	.65	4.28	< .01	.01
<b>Frontalität x Analysekomplexität</b>	6	426	.72	4.27	< .01	<b>.02</b>
<b>Hemisphäre x Analysekomplexität</b>	6	426	.99	4.12	< .01	<b>.02</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre x Analysekomplexität</b>	12	852	.77	2.60	< .01	< .01

Zunächst ergab sich ein signifikanter Haupteffekt ZEITFENSTER [ $F(2,142) = 34.47$ ;  $\epsilon = .64$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .30$ ]: In den letzten 1000 ms vor S2 steigt die Negativierung der tCNV stetig an. Der Faktor ZEITFENSTER interagiert mit keinem anderen Faktor substantiell (außer ZEITFENSTER x Hemisphäre:  $\omega^2 < .01$ ), was zeigt, dass die Ergebnisse der Analysen in den einzelnen Averageamplituden sehr konsistent sind.

Weiterhin ergaben sich ein signifikanter Haupteffekt HEMISPHERE [ $F(2,142) = 4.73$ ;  $p = .01$ ;  $\omega^2 = .03$ ] sowie eine signifikante Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE [ $F(4,284) = 7.96$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .04$ ]: In allen Zeitfenstern ist die späte Negativierung über der rechten Hemisphäre geringer ausgeprägt als an anderen Ableitorten. Die Wechselwirkung der Topografie-Faktoren zeigt jedoch (Abbildung 28), dass dieser Effekt vor allem durch die Unterschiedlichkeit an parietalen Elektroden zustande kommt. An zentralen Elektroden liegt ein Cz-Maximum vor, während es an frontalen Elektroden keine Hemisphärenunterschiede gibt.

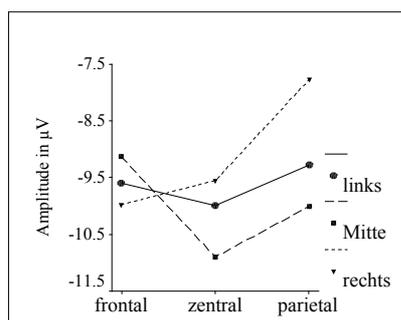


Abbildung 28: Mittlere Amplituden an den neun Elektrodenpositionen in den letzten 1000 ms vor S2.

Bezüglich der Aufgabenschwierigkeit ergab sich in der Analyse ein signifikanter Haupteffekt ANALYSEKOMPLEXITÄT [ $F(3,213) = 14.94$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .14$ ]: Im Trend wird die Negativierung vor S2 um so größer, je schwieriger die vorhergehende Reizanalyse war. Der Effekt geht allerdings in erster Linie darauf zurück, dass die tCNV in der Kontrollbedingung geringer ausgeprägt ist als in allen anderen Bedingungen. Die Aufgaben **Form** und **Anzahl** unterscheiden sich nicht voneinander, genauso wenig wie die beiden schwierigsten Bedingungen **Anzahl** und **Farben**. Die Interaktionen dieses Faktors mit den beiden Topografie-Faktoren (vgl. Tabelle 12) zeigen, dass die schwierigste Bedingung **Farben** ein Amplitudenmaximum an Cz zeigt, während die anderen drei Aufgaben flache Skalpverteilungen aufweisen (vgl. Abbildung 29). Diese Effekte sind jedoch klein ( $\omega^2 = .02$ ).

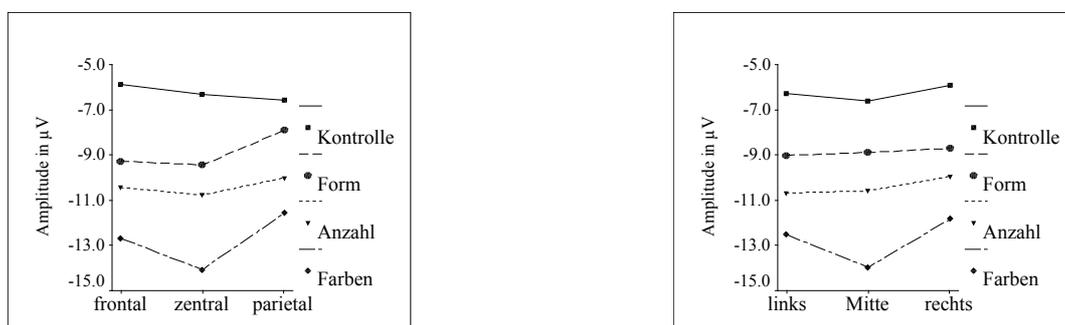


Abbildung 29: Mittlere Amplituden in den vier Aufgaben in den letzten 1000 ms vor S2 an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden (linke Abbildung) sowie links, in der Mitte und rechts (rechte Abbildung).

Da die Ergebnisse der Analysen EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE in den einzelnen Averageamplituden in ihrer Struktur denen der Overall-ANOVA folgen, wird hier auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet werden. Sie sind daher lediglich in tabellarischer Form dargestellt (Tabellen 13 & 14).

Tabelle 13: F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für den Haupteffekt HEMISPHERE sowie die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE im Zeitbereich von 5010 bis 6000 ms nach S1.

	HE Hemisphere df (2,142)				Frontalität x Hemisphere df (4,284)			
	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>5010 - 5400 ms</b>	4.49	1.0	.01	<b>.03</b>	9.44	1.0	< .01	<b>.05</b>
<b>5410 - 5800 ms</b>	4.57	1.0	.01	<b>.03</b>	7.68	1.0	< .01	<b>.04</b>
<b>5810 - 6000 ms</b>	5.02	1.0	< .01	<b>.03</b>	6.97	1.0	< .01	<b>.03</b>

*Tabelle 14:* F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für den Haupteffekt ANALYSEKOMPLEXITÄT sowie die Interaktionen ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT (Front) und ANALYSEKOMPLEXITÄT x HEMISPHERE (Hemis) im Zeitbereich von 5010 bis 6000 ms nach S1.

	HE Analysekomplexität df (3,213)				Analysekomplexität x Front df (6,426)				Analysekomplexität x Hemis df (6,426)			
	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>5010 - 5400 ms</b>	14.82	1.0	< .01	<b>.12</b>	4.23	.71	< .01	<b>.02</b>	5.13	.98	< .01	<b>.03</b>
<b>5410 - 5800 ms</b>	13.54	1.0	< .01	<b>.11</b>	4.22	.72	< .01	<b>.02</b>	3.86	1.0	< .01	<b>.02</b>
<b>5810 - 6000 ms</b>	15.44	1.0	< .01	<b>.15</b>	3.98	.72	< .01	<b>.02</b>	3.34	.98	< .01	<b>.02</b>

In keinem der Zeitfenster ergab sich ein Haupteffekt der Extraversionsgruppe oder eine statistisch bedeutsame Interaktion von EXTRAVERSION mit irgendeinem anderen Faktor. Extravertierte und Introvertierte unterscheiden sich in der kortikalen Vorbereitung des einfachen Tastendruckes nicht voneinander.

### 9.3. Diskussion

Diese Untersuchung stellt den ersten Teil der empirischen Prüfung des Brebner-Cooper-Modells auf elektro-kortikaler Ebene dar. Im Folgenden werden die Ergebnisse kurz diskutiert. Eine abschließende Diskussion in Bezug auf das geprüfte Modell findet sich in Kapitel 12.

In dieser Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, ob sich zunehmende Anforderungen an die Reizanalyse differentiell auf die iCNV-Komponente Introvertierter im Vergleich zu Extravertierten auswirkt. Dazu wurde ein S1-S2-Paradigma realisiert, in dem die aufgabenrelevante Information vollständig auf dem S1 lag. Die Anforderungen an die Reizanalyse wurden über die Menge aufgabenrelevanter Reizcharakteristika manipuliert, die aus dem S1 extrahiert werden mussten. Bezüglich der iCNV wurde allgemein erwartet, dass ihre Amplitude umso größer ausfällt, je mehr Information aus dem S1 extrahiert werden muss. Das Brebner-Cooper-Modell postuliert, dass zunehmende Reizanalyse bei Introvertierten zu S-Exzitation, bei Extravertierten dagegen zu S-Inhibition führt. Dementsprechend wurde für die vorliegende Untersuchung die differentielle Hypothese formuliert, dass zunehmende Analysekomplexität bei Introvertierten zu einer Erhöhung, bei Extravertierten dagegen zu einer Reduzierung der iCNV-Amplitude führen müsste.

Sowohl die Hauptkomponentenanalyse der EKP-Daten als auch die *Grand Means* zeigen, dass es durch die Versuchsanordnung gelungen ist, eine CNV mit typischen topografischen Charakteristika auszulösen. Nach der P3-Komponente auf den S1 entwickelt sich ab etwa 500 ms eine frontal maximale Negativierung (iCNV), die über der Mittellinie stärker ausgeprägt ist als über den Hemisphären. Die tCNV, die ihr Maximum am Ende des S1-S2-Intervalls erreicht, weist ein Amplitudenmaximum an Cz auf. Dieses zentrale Maximum ist typisch für experimentelle Situationen, in denen der S2 keine aufgabenrelevante Information enthält und lediglich als Startreiz für die motorische Reaktion fungiert.

Die Manipulation der Analysekomplexität scheint ebenfalls geglückt. Die intendierte zunehmende Analysekomplexität wird von den Vpn subjektiv als ansteigende Aufgabenschwierigkeit empfunden. Dies spiegelt sich auch in den Fehlerzahlen wieder: Die meisten Fehler werden in der vermeintlich schwierigsten Bedingung **Farben** gemacht. In der Kontrollbedingung ergeben sich vergleichbar viele Fehler. Zusammen mit dem Befund, dass es in der Kontrollbedingung im Vergleich zu den anderen drei Bedingungen zusätzlich zu einer Verlangsamung der Reaktionszeiten um ca. 60 ms kommt, liegt hier jedoch die Vermutung nahe, dass diese Fehler nicht durch die Aufgabenschwierigkeit zustande kommen. Wahrscheinlicher ist, dass die Monotonie dieser sehr leichten Aufgabe zu Aufmerksamkeitseinbußen bei den Vpn geführt hat, was die beobachtete Verlangsamung und die erhöhte Fehlerzahl erklärt.

Auf elektro-kortikaler Ebene wirkt sich die Variation der Analysekomplexität auf die Amplitude der iCNV an frontalen Elektroden aus. Vor allem im Zeitbereich zwischen 700 und 900 ms, also vor dem Abschalten des S1, zeigt sich in der schwierigsten Bedingung **Farben**

an frontalen Elektroden eine höhere Negativität als in den beiden einfachen Bedingungen. Die Bedingung **Anzahl** erreicht zwar zunächst genauso hohe Amplituden wie die Bedingung **Farben**, hier schließt sich jedoch zwischen 700 und 1000 ms an frontalen Elektroden eine ausgeprägte Positivierung an (vgl. *Grand Means*, S. 80-82). Möglicherweise handelt es sich hierbei um einen zusätzlichen Prozess, der nur durch die aufgabenspezifischen Anforderungen der Bedingung **Anzahl** ausgelöst wird.

Diese Möglichkeit weist auf eine Schwierigkeit der hier verwendeten Aufgaben hin. Die Variation der Analysekomplexität folgt einem eher intuitiven Schwierigkeitskonzept. Dies liegt zum einen daran, dass „Aufgabenschwierigkeit“ als psychologisches Konzept bisher nur ungenau definiert ist, zum anderen aber auch daran, dass zur Spezifizierung des Konzeptes „Reizanalyse“ im Rahmen des Brebner-Cooper-Modells Aufgaben implementiert werden sollten, bei denen sich zunehmende Reizanalyse durch eine Zunahme *kognitiver Operationen* bei gleichbleibenden physikalischen Reizeigenschaften auszeichnen sollte. Dadurch variieren die Aufgaben in der hier vorliegenden Untersuchung nicht nur in der Menge aufgabenrelevanter Reizeigenschaften. Vielmehr unterscheiden sich die Aufgaben zusätzlich noch in der *Art* der aufgabenspezifischen Prozesse im Laufe der Informationsverarbeitung (z. B. Formdiskrimination vs. Farbvergleiche). Dadurch werden sowohl der Zeitverlauf als auch die topografischen Verteilungen innerhalb verschiedener Bedingungen beeinflusst. Gerade bei der Bedingung **Anzahl** lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, welche kognitiven Prozesse man für die geforderte Aufgabe sinnvoller Weise annehmen soll. Die Aufgabe lässt sich lösen, indem bei jedem dargebotenen Reiz die Anzahl der Punkte gezählt und mit der Anzahl der Seiten verglichen wird. Ebenso denkbar ist jedoch, dass die vier möglichen Figuren (Dreieck mit drei Punkten, Dreieck mit vier Punkten, Quadrat mit drei Punkten, Quadrat mit vier Punkten) kodiert werden, und jeder aktuelle Reiz dann lediglich mit diesen mentalen Repräsentationen verglichen wird. Da in der hier vorliegenden Untersuchung keine Hypothesen über prozessspezifische Unterschiede zwischen den Persönlichkeitsgruppen verfolgt wurden, erscheint dies für die untersuchte Fragestellung nicht problematisch. Dennoch wäre es in zukünftigen Untersuchungen durchaus sinnvoll, Aufgaben zu wählen, die vergleichbare kognitive Prozesse beanspruchen, aber dennoch in ihrer Schwierigkeit (im Sinne des *mental effort*) variieren. Denkbar wären hier zum Beispiel Aufgaben, wie sie Rösler (Rösler et al., 1997) im sogenannten FAN-Paradigma verwendet.

Effekte der Analysekomplexität zeigen sich auch nach dem Abschalten des S1. Nach dem Verschwinden des zu analysierenden Reizes tritt eine starke Positivierung mit frontozentralem Maximum auf, die mit der Analysekomplexität variiert. Vor allem in der Bedingung **Farben** tritt die Positivierung schneller und weit stärker auf als in den Bedingungen mit einfacher Formdiskrimination. Diese Variation mit der Analysekomplexität legt die Vermutung nahe, dass es sich bei dieser Positivierung nicht bloß um eine kortikale Reaktion auf das physikalische Wegfallen des Reizes handelt, sondern vielmehr um einen Verarbeitungsprozess im Zuge der Aufgabenanforderungen. Es wäre durchaus denkbar, dass die Extraktion der

aufgabenrelevanten Reizinformationen in den komplexeren Bedingungen **Anzahl** und **Farben** nach 1000 ms noch nicht vollständig abgeschlossen ist, so dass die Target/Non-Target Entscheidung erst nach dem Verschwinden der perzeptuellen Vorlage gefällt werden kann. Einige Untersuchungen (Rösler & Heil, 1991; Ruchkin et al., 1988) berichten von positiven *Slow Waves* im Zusammenhang mit perzeptueller und konzeptueller Beanspruchung (*load*) des Arbeitsgedächtnisses. Diese Studien scheinen darauf hinzuweisen, dass positive *Slow Waves* dann hervorgerufen werden, wenn Reizinformationen genutzt werden müssen, um Zugriff zum Arbeitsgedächtnis zu erlangen oder um Stimulus-Response-Konzepte zu aktualisieren. Vor diesem Hintergrund ließe sich die starke kortikale Inhibierung in den komplexeren Bedingungen als Schutzmechanismus interpretieren, um die aufgabenrelevanten Informationen im Arbeitsgedächtnis zu halten und sie vor interferierenden anderen Informationen zu schützen. Auf diese Weise könnte auch nach dem Abschalten des aufgabenrelevanten Reizes ein interner Vergleich mit der gespeicherten Target-Repräsentation stattgefunden haben. Zu diesen Überlegungen passt auch der Befund, dass die Positivierung in der Bedingung **Farben**, in der mehrfache Farbvergleiche zur Target-Identifikation notwendig waren, am längsten anhält, bevor es zu einer erneuten deutlichen Negativierung kommt. Obwohl diese Interpretation im Rahmen der vorliegenden Ergebnisse plausibel erscheint, kann sie an dieser Stelle jedoch nur Spekulation bleiben.

Die zentrale Hypothese dieser Untersuchung, dass zunehmende Analysekomplexität bei Introvertierten aufgrund von S-Exzitation zu einer Erhöhung kortikaler Negativität, bei Extravertierten dagegen aufgrund von S-Inhibition zu einer Reduzierung kortikaler Negativierung führt, erfährt durch die vorliegenden Ergebnisse keine empirische Stützung. Im Zeitbereich der iCNV finden sich keinerlei Extraversionseffekte. Introvertierte, Ambivertierte und Extravertierte unterscheiden sich nicht in ihren kortikalen Reaktionen auf Prozesse der Reizanalyse, wie sie in der iCNV-Amplitude abgebildet werden.

Ein statistisch bedeutsamer Haupteffekt der Extraversionsgruppen ergab sich auf der empirischen Baseline vor dem S1. Ambivertierte zeigen hier negativere Amplituden als Introvertierte und Extravertierte. Dieser Befund besitzt zwar wenig Relevanz im Bezug auf das Brebner-Cooper-Modell, dennoch wird er als bedeutsam erachtet. Denn hier wird deutlich, wie wichtig es in psychophysiologischen Untersuchungen zu Extraversion ist, nicht nur die beiden Extremgruppen zu betrachten. Ohne die zusätzliche Einführung einer Mittelgruppe wäre hier der Eindruck entstanden, dass sich die Extraversionsausprägung der Vpn in keiner Weise auf das EKP auswirkt. Negativierungen vor erwartbaren Reizen werden meist als kortikaler Aktivierungszustand in der Erwartung aufgabenrelevanter Informationen verstanden (Birbaumer et al., 1990; Brunia, 1988; Van Boxtel & Brunia, 1994a). Obwohl in der vorliegenden Untersuchung versucht wurde, solche *stimulus preceding negativies* durch lange und stark randomisierte Inter-Trial-Intervalle zu minimieren, könnte der Baseline-Effekt darauf hinweisen, dass Ambivertierte dennoch eine stärkere Erwartungshaltung gegenüber den in-

formationstragenden Reizen aufgebaut haben. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass es sich hier eher um eine erhöhte situative Grunderregung Ambivertierter handelt. Dies ließe sich dahingehend interpretieren, dass Ambivertierte trotz der monotonen und wenig anregenden Versuchsbedingungen besser in der Lage sind, einen Aufmerksamkeitszustand aufrechtzuerhalten. Dagegen spricht allerdings die Tatsache, dass Ambivertierte in keinem der Verhaltenmaße bessere Leistungen zeigten als die anderen beiden Gruppen.

Für die Interpretation der CNV-Ergebnisse könnte dieser a priori Gruppenunterschied bezüglich der empirischen Baseline allerdings problematisch sein. In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass sich Baseline-Unterschiede auf die Höhe der späteren CNV-Entwicklung auswirken. Je negativer die Baseline vor S1 war, umso kleiner wurde die CNV beobachtet (z. B. Gaillard & Näätänen, 1980; Trimmel, 1987). Dieses Ergebnis wird meist im Sinne eines kortikalen Deckeneffektes interpretiert. Dass sich die negativeren Amplituden Ambivertierter vor S1 auf deren CNV-Amplitude im S1-S2-Intervall ausgewirkt hat, kann hier demnach nicht ausgeschlossen werden. Da sich in späteren Zeitbereichen jedoch keinerlei Unterschiede zwischen den drei Gruppen zeigen, muss dieser mögliche Einfluss hier offen bleiben.

Ein weiterer Extraversionseffekt zeigt sich auf der Amplitude der parietal maximalen P3. Im Laufe der Jahre hat es eine Reihe funktionaler Interpretationen der P3 gegeben. Donchin (Donchin, 1987) interpretierte die P3 im Rahmen der *resource allocation theory* als Maß für mentale Beanspruchung (definiert als Interaktion zwischen den Aufgabenanforderungen und verfügbaren kognitiven Ressourcen). Dies führte er auf die Beobachtung zurück, dass die Amplitude der P3 in dual-task-Situationen bei steigender Aufgabenschwierigkeit und Komplexität abnimmt. Verleger setzte dieser Interpretation die „context closure“-Hypothese entgegen, nach der kortikale Deaktivierungen wie die P3 den Abschluss kognitiver Operationen indizieren (Verleger, 1988). Einig ist man sich jedoch darüber, dass die P3 (genauer: P3b) ganz allgemein als Index aktiv gerichteter Aufmerksamkeit im Rahmen von Reizidentifizierung und -klassifizierung angesehen werden kann und mit dem Informationsgehalt und der Relevanz von Reizen variiert.

In der vorliegenden Untersuchung zeigt die P3 in der einfachen Kontrollbedingung und der komplexen Bedingung **Farben** kleiner Amplituden als in den anderen beiden Bedingungen. Möglicherweise ist diese Amplitudenreduzierung auch hier wieder auf die Aufgabenschwierigkeit (in der Bedingung **Farben**) bzw. auf mangelnde Aufmerksamkeit (in der Kontrollbedingung) zurückzuführen. Eine lineare Abhängigkeit zwischen P3-Amplitude und mentaler Beanspruchung im Sinne Donchins (1987) kann hier daher nicht beobachtet werden.

Die Interpretation des Extraversionseffektes (EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x HEMISPHERE) auf die P3 fällt jedoch schwer. Die beiden einfachen Bedingungen, die beide lediglich Formdiskrimination erforderten, produzieren entgegengesetzte Ergebnisse bezüglich Introvertierter und Extravertierter. Während Extravertierte in der Kontrollbedingung deutlich negativere Amplituden zeigen als die anderen beiden Gruppen, tritt eine solche Amplitudenreduzierung in der Bedingung **Form** bei Introvertierten auf. Es ist völlig unklar, warum diese

beiden, in ihren Anforderungen sehr ähnlichen Aufgaben einen solch differentiellen Effekt produzieren. Ambivertierte zeigen dagegen erwartungsgemäß niedrige Amplituden in der schwierigsten Bedingung. Zusammenfassend ergibt sich für die P3-Amplitude daher kein einleuchtendes Ergebnismuster.

Bezüglich der P3-Latenz ergaben sich keine Effekte der Persönlichkeitsgruppen. Dieses Ergebnis ist in Einklang mit anderen empirischen Untersuchungen (vgl. Abschnitt 4. 2.). Betrachtet man die P3-Latenz als Maß der zentralen Evaluationszeit, so weisen die Daten darauf hin, dass sich die im Brebner-Cooper-Modell postulierten exzitatorischen bzw. inhibitorischen Prozesse nicht auf die *Geschwindigkeit* der Reizanalyse auswirken. Zu einem ähnlichen Schluss kommt auch Stelmack (Stelmack et al., 1993), der in Ermangelung extraversionsbezogener Unterschiede in verschiedenen EKP-Maßen davon ausgeht, dass Verhaltensunterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten eher auf Geschwindigkeitsunterschiede im motorischen System zurückgehen. Gegen diese Auffassung spricht allerdings das Ergebnis, dass sich Extravertierte und Introvertierte in der vorliegenden Untersuchung in ihren Reaktionszeiten auf den S2 nicht voneinander unterscheiden.

Der fehlende Effekt der Analysekomplexität auf die P3-Latenz zeigt, dass sich die gewählte Variation der Analysekomplexität nicht auf die zentrale Evaluationszeit niederschlägt. Dies könnte darauf hindeuten, dass die P3-Latenz in dieser Art der Aufgaben in erster Linie die physikalische Diskrimination der Reize indiziert. Da in drei der vier Bedingungen identische Reize (mit identischen Wahrscheinlichkeiten) benutzt wurden, ist dieses Ergebnis nicht unerwartet. Die Target-Entscheidung, die erst aufgrund kognitiver Operationen der physikalischen Reizeigenschaften gefällt werden konnte, scheint hier später, nämlich im Zeitbereich der iCNV stattgefunden zu haben. Dies ist in Einklang mit der Annahme, dass die iCNV das Herstellen von Reiz-Reaktions-Kontingenzen indiziert.

Die Beschreibung der Topografie-Ergebnisse hat deutlich gemacht, dass der Faktor FRONTALITÄT in dieser Untersuchung überall den größten Varianzanteil bindet. Die *Grand Means* (S. 80-82) zeigen, dass dies auf ein sehr typisches Erscheinungsbild im Zeitbereich der Reizevaluation zurückzuführen ist. Auffällig ist, dass die frontal maximale iCNV zentral und parietal von einer starken langsamen Positivierung im Anschluss an die P3 begleitet wird. Nach Ruchkin und Sutton (1983) treten solche positiven *Slow Waves* in Kombination mit frontaler Negativität typischerweise während abschließenden Prozessen der Reizevaluation auf. Rösler (Rösler, 1986) geht in diesem Zusammenhang davon aus, dass solche Skalpverteilungen kontrollierte Verarbeitungsprozesse indizieren, deren Höhe mit der mentalen Beanspruchung im Arbeitsgedächtnis variiert. Diese Überlegungen passen gut zu den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung: Sowohl die frontale Negativität als auch die parietale *Slow Wave* sind in den komplexeren Aufgaben besonders ausgeprägt.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass sich die unterschiedlichen Aufgabentypen im EKP sowohl mit einem unterschiedlichen Zeitverlauf als auch in leicht unterschiedlichen Verteilungen über den Skalp manifestieren. Von einer Interpretation der aufgabenspezifischen Topografien

im Sinne unterschiedlicher aktiver Generatorstrukturen wird hier jedoch abgesehen. Da es in der Untersuchung nicht um den Nachweise aufgabentypischer CNVs ging, wurde auf eine Normierung der Daten (im Sinne einer Eliminierung reiner Amplitudenunterschiede zwischen den Aufgaben; vgl. dazu McCarthy & Wood, 1985) verzichtet.

In Bezug auf die tCNV kann festgehalten werden, dass die topografischen und vor allem die experimentellen Effekte auf die tCNV-Amplitude in diesem Experiment eher gering sind. Dies war auch nicht anders zu erwarten, da die experimentelle Manipulation der Analysekomplexität vor allem die Amplitude der iCNV beeinflussen sollte, während das Maß an Reaktionsorganisation (indiziert in der tCNV) möglichst gering und konstant gehalten werden sollte. Zwar ergab sich ein Haupteffekt der Analysekomplexität auf die tCNV, dieser Effekt geht aber in seiner Größe (14%) in erster Linie auf die Relativierung an der „Abschalt-Positivierung“ zurück. Es handelt sich daher hier eher um einen „künstlichen“ Effekt, der inhaltlich nicht als bedeutsam erachtet wird. In den Analysen ohne vorherige Relativierung erklärte der Faktor ANALYSEKOMPLEXITÄT lediglich 2% systematischer Varianz. Hinzu kommt, dass der Schwierigkeitseffekt lediglich durch niedrigere tCNV-Amplituden in der Kontrollbedingung im Vergleich zu allen anderen Bedingungen zustande kommt, wofür unter Umständen auch hier wieder mangelnde Aufmerksamkeitszuwendung verantwortlich gemacht werden könnte.

Abschließend lässt sich festhalten, dass das Brebner-Cooper-Modell durch diese Untersuchung auf elektro-kortikaler Ebene keinerlei empirische Stützungen erhalten hat. Extravertierte und Introvertierte unterscheiden sich nicht in ihren kortikalen Reaktionen auf zunehmend schwierigere Reizanalyse. Mögliche Gründe dafür werden im Kapitel 12 diskutiert.

## 10. Experiment 2: Variation der Anforderungen an die Reaktionsorganisation im CNV-Paradigma

### 10.1. Fragestellung und Hypothesen

Dieses Experiment stellt den zweiten Teil der Prüfung des Brebner-Cooper-Modells dar. Es sollte geprüft werden, ob sich eine Variation der Anforderungen an die Reaktionsorganisation (im Folgenden auch *Reaktionskomplexität*) differentiell auf die Amplitude der tCNV Extravertierter im Vergleich zu Introvertierten auswirkt. Es wurde davon ausgegangen, dass sich das Ausmaß notwendiger Reaktionsorganisation in der Komplexität des angenommenen zugrunde liegenden *Motorprogramms* widerspiegelt und sich somit über die Menge und Schwierigkeit der geforderten motorischen Reaktionen manipulieren lässt. Daher wurden in diesem Experiment einfache Reaktionen (einfacher Tastendruck) verschiedenen Bewegungsabfolgen gegenüber gestellt. Da die tCNV ein Index für die kortikale Planung und Vorbereitung motorischer Reaktionen zu sein scheint, sollte sich diese Manipulation in den Amplituden der tCNV niederschlagen. Es wurde erwartet, dass sich die Amplitude der tCNV mit zunehmender Reaktionskomplexität erhöht.

Das Brebner-Cooper-Modell postuliert, dass Prozesse der Reaktionsorganisation bei Introvertierten zu einen inhibitorischen Zustand (R-Inhibition) führen, während Extravertierte durch die gleichen Prozesse in einen exzitatorischen Zustand (R-Exzitation) versetzt werden.

Dies führt zu folgenden Hypothesen:

- ◆ Zunehmende Reaktionskomplexität führt bei Introvertierten zu einem Zustand erhöhter R-Inhibition. Dies sollte sich in reduzierten tCNV-Amplituden mit zunehmender Reaktionskomplexität niederschlagen.
- ◆ Zunehmende Reaktionskomplexität führt bei Extravertierten zu einem Zustand erhöhter R-Exzitation. Dies sollte sich in erhöhten tCNV-Amplituden mit zunehmender Reaktionskomplexität niederschlagen.
- ◆ Ein Unterschied in der Amplitude der tCNV zwischen Introvertierten und Extravertierten sollte mit zunehmender Reaktionskomplexität immer deutlicher zu beobachten sein.

Weiterhin geht das Brebner-Cooper-Modell davon aus, dass Feedback-Informationen aufgrund innerer und äußerer Veränderungen während und nach ausgeführten Reaktionen zu zusätzlicher Reizanalyse führt. Dieses Feedback soll bei Extravertierten zu reaktionsvermittelter S-Inhibition, bei Introvertierten dagegen zu reaktionsvermittelter S-Exzitation führen. Daraus lassen sich zusätzlich Hypothesen bezüglich der kortikalen und behavioralen Maße während der Ausführung komplexer Reaktionen ableiten. Da die kortikalen Reaktionen während der Ausführung einer Bewegungsabfolge auf theoretischer Ebene bisher nicht mit sol-

chen angenommenen Feedback-Prozessen in Verbindung gebracht wurden, müssen die Hypothesen bezüglich der kortikalen Maße allerdings vergleichsweise unspezifisch bleiben. Ihre Prüfung hat daher eher explorativen Charakter.

Es wird vermutet:

- ◆ Bei komplexen Reaktionen kommt es nach der ersten Bewegung bei Introvertierten zu reaktionsvermittelter S-Exzitation. Dies sollte sich in erhöhter kortikaler Negativität und in einer Beschleunigung der Bewegungsabfolge niederschlagen.
- ◆ Bei komplexen Reaktionen kommt es nach der ersten Bewegung bei Extravertierten zu reaktionsvermittelter S-Inhibition. Dies sollte sich in reduzierter kortikaler Negativität und in einer Verlangsamung der Bewegungsabfolge niederschlagen.

## 10. 2. Methode

Da die hier vorgestellten Studien durchgeführt wurden, um die beiden theoretischen Konzepte des Brebner-Cooper-Modells zu untersuchen, und daher auch erst gemeinsam einen umfassenden Modell-Test ermöglichen, wurden die beiden Experimente in ihrer Methodik so parallel wie möglich gehalten. Die zweite Untersuchung gleicht daher in vielen technischen und methodischen Aspekten (z. B. EEG-Messung, zeitliche Struktur der Trials) der vorher beschriebenen. Mit dieser Parallelität sollte ermöglicht werden, die Ergebnisse beider Experimente gemeinsam heranziehen zu können, um die Frage zu beantworten, ob sich die Konzepte der Reizanalyse und der Reaktionsorganisation sinnvoll in den Subkomponenten der CNV operationalisieren lassen. Gleichzeitig sollte damit erreicht werden, dass eventuelle Unterschiede in der Evozierung der CNV zwischen den beiden Experimenten fast gänzlich auf die experimentellen Variationen zurückzuführen und damit weitgehend inhaltlich interpretierbar sind.

In den folgenden Abschnitten wird die Methodik des zweiten Experimentes daher nur in aller Kürze beschrieben, sofern sie der des ersten Experimentes entspricht. Lediglich die spezifischen Aspekte dieser zweiten Untersuchung sollen ausführlich erläutert werden.

### 10. 2. 1. Stichprobe

Da die Stichprobengewinnung aufgrund der strengen Selektionskriterien sehr aufwändig war, sollten die 74 Versuchspersonen des ersten Experimentes auch für die zweite Untersuchung gewonnen werden. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass Unterschiede in den Ergebnissen der beiden Untersuchungen nicht auf Unterschiede in der Stichprobe und deren Charakteristika zurückzuführen sind.

67 Personen konnten insgesamt für die zweite Untersuchung gewonnen werden (18 Männer, 49 Frauen; mittleres Alter = 23.21,  $\hat{\sigma} = 3.16$ ). 42 von diesen Personen hatten auch an der ersten Untersuchung teilgenommen. Die restlichen 25 Personen stammten aus der ursprünglichen Screening-Stichprobe, und unterlagen daher ebenfalls den strengen Selektionskriterien (vgl. Abschnitt 8. 2. 1.).

In Tabelle 15 sind die mittleren Ausprägungen auf den EPQ-R Skalen für die drei Extraversionsgruppen dargestellt.

Tabelle 15: Mittelwerte und Standardabweichungen der EPQ-R Skalen in den drei Extraversionsgruppen.

	Introvertierte (n = 23)		Ambivertierte (n = 22)		Extravertierte (n = 22)	
	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$
<b>Extraversion</b>	5.65	3.45	14.95	4.04	18.68	3.67
<b>Neurotizismus</b>	13.43	5.05	11.77	5.98	11.77	5.12
<b>Psychotizismus</b>	8.96	4.85	9.73	4.71	10.18	4.88
<b>L-Skala</b>	6.78	5.64	4.68	4.54	3.50	3.23

Korrelationsstatistische Analysen der Persönlichkeitswerte der 42 Personen, die an beiden Untersuchungen teilgenommen hatten, ergaben stabile Merkmalsausprägungen über den hier betrachteten Zeitraum von maximal 20 Monaten (E: .90; N: .86; P: .89; L: .84).

Ein Vergleich der gruppenspezifischen Mittelwerte auf den vier Skalen zwischen den beiden Experimenten mittels T-Tests ergab keinerlei signifikante Unterschiede in den Persönlichkeitsausprägungen der drei Gruppen zwischen den beiden Experimenten. Man kann daher davon ausgehen, dass die Stichproben der beiden Untersuchungen in den hier interessierenden Merkmalen vergleichbar sind.

In dieser zweiten Untersuchung korreliert die Gruppeneinteilung nach Extraversion weder mit Neurotizismus noch mit Psychotizismus substantiell (Tabelle 16), so dass eine Konfundierung möglicher Gruppenunterschiede mit diesen Persönlichkeitsmerkmalen ausgeschlossen werden kann.

Tabelle 16: Korrelationen der drei Extraversionsgruppen (E-Gruppe) mit den EPQ-R Skalen für Neurotizismus, Psychotizismus und soziale Erwünschtheit (L-Skala). Signifikante Korrelationen ( $\alpha = .05$ ) sind fett gedruckt.

	E-Gruppe	Neurotizismus	Psychotizismus	L-Skala
<b>E-Gruppe</b>	1.0			<b>- .29</b>
<b>Neurotizismus</b>	- .13	1.0		- .13
<b>Psychotizismus</b>	.11	- .09	1.0	<b>- .41</b>

### 10.2.2. Ablauf der Untersuchung

Nachdem die Versuchspersonen über den Ablauf der Untersuchung informiert worden waren und eine schriftliche Einverständniserklärung abgegeben hatten, bearbeiteten sie den EPQ-R. Danach wurden die Vpn für die EEG-Messung präpariert und durchliefen anschließend die experimentelle Anordnung. Am Ende gaben sie für jede Aufgabe ein Schwierigkeitsrating auf einer Skala von 1 (*sehr leicht*) bis 5 (*sehr schwer*) ab (Schwierigkeitsrating, s. Anhang B-1). Anschließend wurde ihnen die deutsche Fassung des *Pavlovian Temperament Surveys* (PTS)<sup>21</sup> vorgelegt. Insgesamt dauerte die Untersuchung ca. zweieinhalb Stunden und wurde mit 60 DM vergütet.

Durch das erneute Vorlegen der Fragebögen war es möglich, zwischenzeitliche Veränderungen in den Persönlichkeitswerten seit dem ersten Experiment zu bestimmen (s. o.).

### 10.2.3. Aufgaben

Die Aufgabe der Vpn bestand in allen Bedingungen in einer einfachen Form-Diskrimination, wobei als Reize die einfachen geometrischen Figuren (weißes Dreieck bzw. Quadrat auf schwarzem Grund) aus der Kontrollbedingung des ersten Experimentes dargeboten wurden (vgl. Abschnitt 8. 2. 6.). Dadurch wurden in dieser Untersuchung die Anforderungen an die Reizanalyse in allen Bedingungen konstant und sehr leicht gehalten. Eine der Figuren wurde durch die Instruktion jeweils als Target deklariert.

Die Variation der Anforderungen an die Reaktionsorganisation wurde durch drei Aufgaben operationalisiert, die sich in der Komplexität der geforderten motorischen Reaktionen unterschieden. Das Brebner-Cooper-Modell selbst macht keine expliziten Aussagen darüber, wodurch sich das Ausmaß an Reaktionsorganisation manipulieren lässt. Betrachtet man die verschiedenen Untersuchungen von Brebner und Mitarbeitern, findet man sowohl Untersuchungen, in denen die *Quantität* motorischer Reaktionen variiert wurde, als auch Untersuchungen, bei denen sich die geforderten Reaktionen qualitativ voneinander unterschieden (vgl. Abschnitt 3. 3.). Um hier zusätzlich eine konzeptionelle Klärung voranzutreiben, wurden in der vorliegenden Untersuchung beide Aspekte motorischer Komplexität berücksichtigt.

Die motorische Komplexität wurde dreistufig variiert. Die einfachste Reaktion bestand aus einem einfachen Tastendruck (Aufgabe *einfacher Tastendruck*) mit dem rechten oder linken Zeigefinger (je nach dargebotenem Reiz). Diese Bedingung entsprach daher sowohl auf Reiz- als auch auf Reaktionsseite der Kontrollbedingung des ersten Experimentes und kann so zur Überprüfung der Vergleichbarkeit beider Untersuchungen herangezogen werden.

Zur Erhöhung des *quantitativen* Aufwandes der Reaktionsorganisation sollte in einer zweiten Bedingung die Target-Identifikation durch vierfachen Tastendruck mit dem linken oder rechten Zeigefinger beantwortet werden (Aufgabe *vierfacher Tastendruck*). Demgegenüber steht

---

<sup>21</sup> Die diesbezügliche Auswertung wird hier nicht berichtet.

als *qualitative* Variation die dritte Aufgabe, bei der die Vpn eine Abfolge von vier Tasten mit Richtungswechsel (Zeigefinger-Mittelfinger-Mittelfinger-Zeigefinger) ausführen sollten (Aufgabe **Tastenwechsel**). Die Reaktionen erfolgten über zwei Tastenvorrichtungen (mit je zwei Tasten), die rechts und links vor der Vp auf einem Tisch angebracht waren (Instruktionen, s. Anhang B-2 bis B-5). Die drei Reaktionsbedingungen wurden in drei getrennten Blöcken erhoben und von jeder Versuchsperson hintereinander bearbeitet.

Unter der Annahme, dass sich das Ausmaß der notwendigen Reaktionsorganisation in der tCNV-Amplitude niederschlägt, lässt sich über den Vergleich der tCNV bei einfachem vs. vierfachem Tastendruck prüfen, ob lediglich die *Menge* der Bewegungen das Ausmaß der Reaktionsorganisation bestimmt. Der Vergleich zwischen der tCNV bei vierfachem Tastendruck und der komplexeren Tastenabfolge gibt dagegen darüber Aufschluss, ob das *komplexere Motorprogramm* bei gleichbleibender „Bewegungsmenge“ zu einer Erhöhung der tCNV führt.

Bei geblockter Anordnung der verschiedenen Reaktionen besteht die Möglichkeit, dass auch komplexere Reaktionen nach wiederholter Ausführung überlernt und dadurch automatisiert werden. Deshalb wurde bei der Planung eine hinreichend hohe Trialanzahl in jedem Block vorgesehen, die die Unterteilung in zwei Blockhälften für die statistische Auswertung möglich machen sollte. Dadurch konnte geprüft werden, ob eine solche Automatisierung stattfindet und auf elektrokortikaler Ebene in den CNV-Komponenten nachweisbar ist.

Daraus ergibt sich folgender Versuchsplan, der für die Auswertung um die Elektrodenpositionen ergänzt wird:

<i>Motorische Reaktion:</i>	<b><i>Komplexität der Reaktionsorganisation</i></b>					
	einfacher Tastendruck		vierfacher Tastendruck		Tastenfolge mit Richtungswechsel	
<i>Blockhälfte</i>	1	2	1	2	1	2
<b>Extravertierte</b>						
<b>Ambivertierte</b>						
<b>Introvertierte</b>						

Abbildung 30: Versuchsplan (ohne Elektrodenpositionen)

Um systematische Reihenfolgeeffekte zu kontrollieren, wurden die drei Blöcke in systematisch (unvollständig) permutierten Reihenfolgen vorgegeben, so dass jede Aufgabe in jeder Extraversionsgruppe gleich häufig an jeder seriellen Position vorkam. Daraus resultierten drei verschiedene Reihenfolgen, die den Vpn in jeder Gruppe zufällig zugewiesen wurden.

Jeder Block bestand aus 80 Trials (40 pro Blockhälfte). In allen Bedingungen betrug die Target-Wahrscheinlichkeit 50 %, wobei bei der Hälfte der Vpn das Dreieck, bei der anderen Hälfte das Quadrat als Zielreiz definiert wurde. Die Reihenfolge der Reize innerhalb eines

Blocks erfolgte pseudo-randomisiert, so dass der gleiche Reiz maximal dreimal hintereinander dargeboten wurde. Die Zuordnung von Zielreizen zu einer Reaktionsseite (rechte vs. linke Tasten) wurde innerhalb jeder Gruppe variiert.

#### 10. 2. 4. Reizdarbietung im S1-S2-Paradigma

Um die Vergleichbarkeit zwischen den Experimenten zu gewährleisten, entsprach die experimentelle Gestaltung des S1-S2-Paradigmas in allen Punkten der des ersten Experimentes (vgl. Abschnitt 8. 2. 7.). Als S1 wurden die aufgabenrelevanten Reize (Dreieck oder Quadrat) dargeboten, während der S2 nach 6 s lediglich als Startreiz für die geforderte aufgabenspezifische motorische Reaktion fungierte. Mit dem Druck der Tasten sollte - je nach Seite - angezeigt werden, ob der vorangegangene Reiz ein Target war oder nicht. Die Reizdarbietung und die zeitliche Abfolge aller Ereignisse innerhalb eines Trials sind in Abbildung 31 dargestellt.

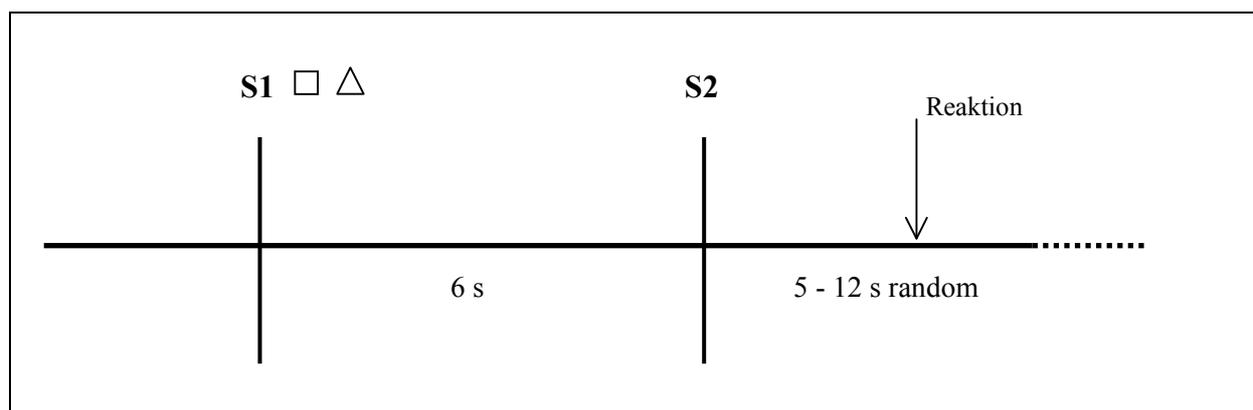


Abbildung 31: Zeitliche Struktur eines Trials

Wie auch im ersten Experiment war die Trennung der CNV-Subkomponenten für das Testen der Hypothesen von zentraler Bedeutung. Die experimentelle Variation des Ausmaßes an Reaktionsorganisation sollte sich in Amplitudenveränderungen der tCNV niederschlagen. In diesem Zusammenhang kommt der Entscheidung, den S2 nicht „informationshaltig“ zu gestalten, nochmals besondere Bedeutung zu: Die tCNV kann - je nach experimenteller Anordnung - unterschiedliche funktionale Aspekte bei der Vorbereitung von Reaktionen widerspiegeln. Die ansteigende Komplexität der motorischen Reaktion in diesem Experiment sollte zu einer Erhöhung der bewegungsvorbereitenden Prozesse in der zentralen tCNV führen, wobei eine Konfundierung mit Prozessen der Reizanalyse hier minimal gehalten werden sollte. Eine ganze Reihe von Untersuchungen (O'Connor, 1982; Ulrich, Leuthold, & Sommer, 1998; Van Boxtel et al., 1993; Van Boxtel & Brunia, 1994b) zeigen nämlich, dass die motor-präparatorischen Aspekte der tCNV bei informationshaltigem S2 durch Unsicherheit bezüglich der vorzubereitenden Reaktion reduziert werden, wodurch die Amplitude v. a. an zentralen Elektroden abnimmt (vgl. Abschnitt 5. 6.). Gleichzeitig erhöht sich die tCNV-Amplitude an fron-

talen Elektroden, was mit der Erwartung relevanter Information in Verbindung gebracht wird. Auf theoretischer Ebene muss man sich fragen, ob eine bevorstehende Reaktion, die aufgrund variabler Komponenten bis zu ihrer Ausführung nicht vollständig vorbereitet werden kann, überhaupt Reaktionsorganisation im Sinne des Brebner-Cooper-Modells hervorruft.

### 10. 2. 5. Datenerfassung

#### Verhaltensdaten

In jedem Trial wurde über einen Computer die Reaktionszeit (RZ) als Zeit zwischen dem Beginn des S2 und dem ersten Tastendruck erfasst. In den Aufgaben, die komplexere motorische Reaktionen erforderten, wurde zusätzlich die Dauer der ausgeführten Reaktionen gemessen. Diese Bewegungszeit (BZ) war definiert als Zeit zwischen dem ersten und dem letzten Tastendruck in der Bewegungsabfolge. Zusätzlich wurden für jeden Trial Informationen über die Richtigkeit der motorischen Reaktion sowie der Reaktionsseite gespeichert.

#### EEG-Messung

Die Messung des EEGs erfolgte in einer elektrisch abgeschirmten, schalldichten Kabine mit Hilfe eines digitalen 32-Kanal Verstärkersystems (*Syn-Amp System*, Meßsoftware: Scan 3.0, Neuro Scan Inc.). Mit Hilfe einer DC-Ableitung wurde das EEG dabei kontinuierlich über die gesamte Versuchsdauer hinweg erfasst. Die Digitalisierung erfolgte mit einer Abtastrate von 100 Hz. Vor der Digitalisierung kam ein 35 Hz Low-pass-Filter zum Einsatz. Auf einen DC-Reset vor jedem Trial wurde diesmal verzichtet. Stattdessen erfolgte das Zurücksetzen des Verstärkers alle 10 Trials (durchschnittlich alle 2.4 Minuten). Dadurch sollte ermöglicht werden, die Daten *off-line* einem *DC-Detrending* (vgl. nächster Abschnitt) zur Korrektur langsamer DC-Drifts<sup>22</sup> zu unterziehen.

Das EEG wurde an 26 Kopf-Elektroden gegen eine Cz-Referenzelektrode abgeleitet. Die Elektroden wurden dabei mit einer selbst härtenden Elektrodenpaste gefüllt (EC-2, Grass Astro-Med. Inc.) und einzeln direkt auf der Kopfhaut positioniert. Dies hat den Vorteil, dass die Elektroden sehr stabil auf der Kopfhaut befestigt sind, wodurch die Wahrscheinlichkeit störender Spannungsverschiebungen aufgrund von Reibung zwischen Elektrode und Kopfhaut

---

<sup>22</sup> Selbst bei optimaler Präparation der Elektroden kann es zu den sog. DC-Drifts kommen. Diese Drifts können durch spontane Depolarisationen an den Elektroden sowie durch thermale oder elektrochemische Veränderungen an der Haut oder im Elektrolyt (z. B. beim Aushärten der Elektrodenpaste) zustande kommen. Anders als bei anderen Artefakten (z. B. Augenartefakte) ist die Unterscheidung von DC-Drifts und funktional bedeutsamen, langsamen Spannungsverschiebungen (*Slow Waves*) jedoch häufig schwierig. Ihre lange Dauer (mehrere hundert Millisekunden bis zu einigen Sekunden) bewirkt außerdem, dass sie u. U. auch durch die Mittelungstechnik nicht eliminiert werden, sondern das gemittelte EKP überlagern. Da diese Potentialtrends meist unsystematisch über die verschiedenen Elektroden variieren, können vor allem topografische Informationen verzerrt werden. Weiterhin konnte gezeigt werden (Hennighausen, Heil, & Rösler, 1993), dass diese DC-Drifts zu einem massiven Anstieg in der Fehlervarianz in varianzanalytischen Auswertungen führt.

minimiert wird. Die Positionierung der Elektroden mit Hilfe von Schablonen folgte dem Internationalen 10-20-System (Jaspers, 1958; erweiterter: Chatrian, 1985; vgl. Anhang A-8). Die Übergangswiderstände lagen bei allen Elektroden unter 5 k $\Omega$ .

Zur späteren Umreferenzierung wurde zusätzlich noch die Aktivität über den beiden Mastoidknochen (A1 und A2) gemessen. Zur Kontrolle des Einflusses der Augenbewegungen auf das EEG wurde das horizontale und vertikale Elektro-Okulogramm (HEOG und VEOG) bipolar erfasst. Alle Elektroden waren Ag/AgCl-Elektroden.

### 10.2.6. Aufbereitung der physiologischen Daten

Die Aufbereitung der EEG-Daten erfolgte mit Hilfe des Programms *Brain Vision Analyzer* (Version 1.02; ©Brain Products 1998-99) sowie mit Labor eigener Software (*EkpScan*, Version 1.03.03; ©EEG-Labor, Universität Trier, 1998-2000), die an der Universität Trier entwickelt wurde.

Zunächst wurden die Daten einem DC-Detrending unterzogen. Beim DC-Detrending handelt es sich um eine Korrekturmethode, um langsame Verstärker- bzw. Elektroden-Drifts innerhalb einer DC-Messung abzuschätzen und rechnerisch aus den Daten zu entfernen. Dabei wird zunächst für jeden Trial die *pre-stimulus-Baseline* als mittlere Amplitude über 500 ms vor jedem Reiz (hier: S1) berechnet. Anschließend wird aus der mittleren Amplitude in einer definierten Epoche *vor* dem DC-Reset und der ersten Baseline-Amplitude *nach* diesem DC-Reset ein Offset-Maß berechnet, welches im nächsten Schritt zu allen Datenpunkten innerhalb eines Reset-Intervalls (hier jeweils 10 Trials) addiert wird. Die Funktion aller Offset-korrigierten Baseline-Amplituden über die Zeit repräsentiert nun eine Schätzung des Drifts über die gesamte Messdauer. Die langsamen Amplitudenverschiebungen (Drifts) im Laufe einer Messung können nun über lineare oder nicht-lineare Regression durch die Baseline-Amplituden/Zeit-Funktion erklärt werden und so zur Korrektur der Datenpunkte in jedem Trial herangezogen werden. Details über die Methode finden sich bei Hennighausen, Heil & Rösler (1993). Anschließend wurde das gegen Cz abgeleitete EEG rechnerisch gegen die verbundenen Mastoiden (A1/A2) umreferenziert.

Die Extraktion ereignissynchronisierter Messstrecken für die Mittelung der EKP erfolgte in dieser Untersuchung auf zwei verschiedene Weisen. Zunächst wurde - wie im ersten Experiment - die meist übliche reizbezogene Segmentierung vorgenommen. Dabei wurden Segmente von 700 ms vor S1 bis 1500 ms nach S2 (d. h. 7500 ms nach S1) extrahiert.

Da in diesem Experiment die reaktionsvorbereitenden Prozesse im Vordergrund des Interesses standen, wurde das EEG jedoch zusätzlich auch noch zeitlich relativ zur Reaktion segmentiert. Extrahiert wurden dabei Segmente von 5000 ms vor der Reaktion (erster Tastendruck) bis 2000 ms danach. Dies erschien sinnvoll, da in einigen Studien zum Zusammenhang von tCNV und Reaktionsparametern (z. B. Prescott, 1986; Gaillard & Perdok, 1980) gezeigt werden konnte, dass sich ein Einfluss der verschiedenen Reaktionsparameter auf die tCNV-

Amplitude nur bei reaktionsbezogener Mittelung, nicht aber bei reizbezogener Mittelung zeigte. Ein Unterschied zwischen reiz- und reaktionssynchronisierten EKP sollte vor allem dann zu beobachten sein, wenn die Reaktionszeiten in der untersuchten Stichprobe stark variieren.

Mit den - auf beide Arten extrahierten - Segmenten wurde im Weiteren identisch verfahren. Die einzelnen Segmente (80 in jeder experimentellen Bedingung) wurden im nächsten Schritt einer Artefaktkontrolle unterzogen. Wie im ersten Experiment wurden dabei diejenigen Segmente ausgeschlossen, die ein Streuungskriterium von  $30 \mu\text{V}$  und ein Differenzkriterium von  $150 \mu\text{V}$  an mindestens einer Elektrode überschritten. Um einen ausreichenden Signal-Rausch-Abstand bei der Mittelung der EKP zu gewährleisten, wurden die Daten nur dann in die weitere Auswertung einbezogen, wenn mindestens 20 artefaktfreie Messstrecken in jeder experimentellen Bedingung und Blockhälfte zur Verfügung standen.

Weiterhin wurde vor der Mittelung der Messstrecken eine Korrektur okularer Artefakte vorgenommen. Dabei wurde das EEG nach dem von Gratton et al. (1983) vorgeschlagenen und von Miller et al. (1988) erweiterten Algorithmus schrittweise um die Einflüsse von Lidschlägen, vertikalen sowie horizontalen Augenbewegungen bereinigt.

Anschließend wurden die artefaktfreien Segmente einer Versuchsperson getrennt nach Elektroden, experimentellen Bedingungen sowie Blockhälften zu ereigniskorrelierten Potentialen gemittelt. Allerdings gingen in diese Mittelung nur die Messstrecken jener Trials ein, in denen die Versuchspersonen korrekt im Sinne der Aufgabe reagiert hatten. Vor der Berechnung der EKP-Parameter für die statistische Auswertung wurden die Daten mit einem 6-Hz-Filter gefiltert und an der empirischen Baseline (500 ms vor S1) relativiert.

## 10. 2. 7. Die abhängigen Maße

### PCA-Parametrisierung

Sowohl die reiz- als auch die reaktionsgemittelten Daten wurden einer auf der Kovarianzmatrix basierenden Hauptkomponentenanalyse (PCA) mit anschließender Varimaxrotation unterzogen<sup>23</sup>.

Da in diesem Experiment vor allem die Zeitbereiche vor und nach der Reaktion im Mittelpunkt des Interesses standen, gingen auch die Datenpunkte nach der Reaktion in die PCA ein. Die PCA der reizgemittelten EKP analysierte daher den Zeitbereich von S1 bis 1500 ms nach S2 (7500 ms nach S1). Die PCA der reaktionsgemittelten EKP analysierte den Zeitbereich von 5000 ms vor bis 1500 ms nach der Reaktion. Als Fälle gingen alle verfügbaren EKP (Elektroden x Bedingungen x Blockhälften x Vpn) in die Analysen ein. Im Unterschied zum

---

<sup>23</sup> Wie im ersten Experiment wurde die Variablenmenge reduziert, indem nur jede dritte Stützstelle in die PCA einging. Auch hier ergaben sich Korrelationen um .99 zwischen verschiedenen Lösungen, die auf unterschiedlichen Stützstellen-Teilmengen beruhten.

ersten Experiment wurden hier die gemittelten Daten jedoch vor der Analyse um die empirische Baseline vor S1 korrigiert. Dies war notwendig, da eine erste Hauptkomponentenanalyse mit den unkorrigierten Daten die Extraktion einer einzigen Komponente ergeben hatte, die 99.92 % der Gesamtvarianz erklärte und die bei allen in die Analyse eingegangenen Stützstellen zu Kommunalitäten von .99 - 1.0 geführt hatte. Da in diesem Experiment auf einen DC-Reset vor jedem Trial verzichtet worden war, kann man davon ausgehen, dass diese Komponente eine Art „Verstärker-Offset“ repräsentiert, der an allen Elektrodenpositionen über den gesamten Zeitbereich wirksam war. Alle anderen, inhaltlich bedeutsamen Varianzquellen sind im Vergleich dazu so gering, dass sie in der PCA nicht mehr ins Gewicht fallen. Auch in diesem Experiment diente die PCA in erster Linie der Identifizierung relevanter Zeitbereiche für die Parametrisierung der EKP-Parameter anhand der Ladungsverläufe der extrahierten Faktoren.

### **Peak-Parametrisierung**

In dieser Untersuchung wurde lediglich die P3-Komponente parametrisiert. Die Quantifizierung der Peak-Parameter erfolgte in der gleichen Weise wie im ersten Experiment (zum Vorgehen vgl. Abschnitt 8. 2. 10.), wobei sie sich auf die reizgemittelten EKP beschränkte. Zum einen wäre eine P3-Parametrisierung in den reaktionssynchronisierten Messstrecken nicht bei allen Vpn möglich gewesen, da die P3 bei Personen mit langen Reaktionszeiten nicht mehr in das reaktionssynchronisierte Segment gefallen wäre. Zum anderen wäre diese Parametrisierung redundant gewesen, da die Bestimmung der exakten Peak-Amplituden mit individueller Latenz für jede Vpn unabhängig von der Art der Segmentierung ist und so zu identischen Ergebnissen geführt hätte.

Die Betrachtung des *Grand-Grandmeans* über alle Bedingungen und Versuchspersonen ergab für die P3 eine mittlere Latenz von 412 ms und ein Amplitudenmaximum an Pz. Für die Parametrisierung der P3 wurde daher in den individuellen EKP das positive Maximum im Zeitbereich zwischen 300 und 600 ms nach S1 an Pz gesucht. Fand das Programm an anderen (vor allem frontalen) Elektroden in einem Intervall von  $\pm 100$  ms um die Referenzlatenz (an Pz) kein positives Maximum, wurde hier die Amplitude zum Zeitpunkt der exakten Referenzlatenz parametrisiert.

### **Averageamplituden**

Zur Quantifizierung der iCNV und tCNV wurden auch hier Averageamplituden über verschiedene Zeitfenster berechnet, wobei zur Identifizierung der relevanten Zeitbereiche sowohl die visuelle Inspektion der bedingungsspezifischen *Grand Means* als auch die Ergebnisse der PCA herangezogen wurden.

In den reizsynchronisierten EKP wurden als Parameter für die iCNV-Aktivität verschiedene Averageamplituden im Zeitbereich zwischen 700 und 2100 ms nach S1 berechnet. Für die tCNV wurden Averageamplituden in den letzten 1000 ms des ISI berechnet.

In den reaktionssynchronisierten EKP wurden dagegen in den letzten 2000 ms vor dem ersten Tastendruck Averageamplituden als Maße für die reaktionsvorbereitenden Prozesse der tCNV berechnet.

Da sich aus dem Brebner-Cooper-Modell auch Aussagen über reaktionsbezogene interne Feedback-Prozesse ableiten lassen (vgl. Abschnitt 3. 2.), und da zu erwarten war, dass sich die experimentelle Manipulation der motorischen Reaktionskomplexität (und damit der Reaktionsdauer) auch auf die kortikale Aktivität nach begonnener Reaktion auswirkt, wurden in diesem Experiment zusätzlich auch reaktionsevozierte EKP-Parameter analysiert. Diese wurden in den reaktionssynchronisierten Daten als Averageamplituden in den 1000 ms nach dem ersten Tastendruck quantifiziert. In den reizsynchronisierten EKP wurde auf die Berechnung von Averageamplituden nach begonnener Reaktion verzichtet, da die Variabilität der Reaktionszeiten unter Umständen in den EKP nach S2 zu großen Latenzverschiebungen zwischen den Versuchspersonen führt, so dass die Berechnung von mittleren Amplituden in festen Zeitfenstern hier nicht sinnvoll ist. Die genaue Spezifizierung der berechneten Averageamplituden wird an den entsprechenden Stellen im Ergebnisteil vorgenommen werden.

Neben den verschiedenen EKP-Parametern wurden zusätzlich Reaktionszeiten, Bewegungszeiten, die Anzahl der Fehler sowie die Schwierigkeitsratings statistisch ausgewertet.

## 10. 2. 8. Statistische Auswertung

### Verhaltensdaten

Die subjektiven Einschätzungen der Aufgabenschwierigkeit, die mittleren Reaktionszeiten sowie die Anzahl der Fehler wurden mit einer drei-faktoriellen Varianzanalyse EXTRAVERSION (3) x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (3) x BLOCKHÄLFTE (2) mit Messwiederholung auf den letzten beiden Faktoren ausgewertet. Die Bewegungszeiten aus den beiden Aufgaben mit mehreren Bewegungen wurden dagegen einer messwiederholten drei-faktoriellen Varianzanalyse EXTRAVERSION (3) x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (2) x BLOCKHÄLFTE (2) unterzogen. Wo notwendig wurde eine Freiheitsgrad-Korrektur nach Huynh-Feldt vorgenommen. Post-hoc-Mittelwertsvergleiche wurden mit Hilfe des Tukey's HSD berechnet.

### EKP-Parameter

Wie im ersten Experiment wurden auch hier nur neun Elektroden in die Auswertung der interessierenden EKP-Parameter aufgenommen (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4). Für die sta-

tistische Auswertung wurden diese Elektrodenpositionen in die zwei orthogonalen Faktoren FRONTALITÄT (mit den Stufen *frontal*, *zentral*, *parietal*) und HEMISPHERE (mit den Stufen *links*, *Mitte*, *rechts*) transformiert.

Die P3-Parameter wurden einer fünf-faktoriellen Varianzanalyse EXTRAVERSION (3) x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (3) x BLOCKHÄLFTE (2) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) mit Messwiederholung auf den letzten vier Faktoren unterzogen.

Die Averageamplituden-Maße der verschiedenen zusammenhängenden Zeitbereiche wurden zunächst einer Overall-ANOVA EXTRAVERSION (3) x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (3) x BLOCKHÄLFTE (2) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) x ZEITFENSTER (n) mit Messwiederholung auf den letzten fünf Faktoren unterzogen. Ergaben sich hier Interaktionen der experimentellen Faktoren mit dem Faktor ZEITFENSTER, wurde die Struktur und Größe der Effekte auf die jeweiligen Averageamplituden mit Hilfe von Varianzanalysen EXTRAVERSION (3) x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (3) x BLOCKHÄLFTE (2) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) in den einzelnen Zeitfenstern untersucht. Wo nötig, wurde bei Beteiligung messwiederholter Faktoren eine Freiheitsgradkorrektur nach Huynh-Feldt vorgenommen. In allen statistischen Analysen wurde die akzeptierte Irrtumswahrscheinlichkeit auf  $\alpha = .05$  festgelegt. In der Ergebnisdarstellung werden aus Gründen der Transparenz bei Angaben zu F-Werten jeweils die ursprünglichen Freiheitsgrade, die Huynh-Feldt- $\epsilon$  sowie die korrigierten empirischen Irrtumswahrscheinlichkeiten angegeben. Post-hoc-Mittelwertvergleiche wurden mit Hilfe des Tukey's HSD berechnet.

Für jeden statistisch bedeutsamen Effekt wurde das partielle Effektstärkenmaß  $\omega^2$  berechnet. Im Ergebnisteil wird wiederum nur auf Effekte eingegangen werden, die einen Varianzanteil von mindestens 2% ( $\omega^2 \geq .02$ ) erklären. Die Explizierung der statistischen Hypothesen für die jeweiligen abhängigen Maße erfolgt an den entsprechenden Stellen des Ergebnisteils.

Für die hypothesenrelevante Interaktion EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT ergibt sich bei 67 Versuchspersonen, einem angenommenen Populationseffekt von mindestens 3 % und einem  $\alpha$ -Fehler von 5 % eine Power von  $1-\beta = .87$ , die als immer noch akzeptabel erachtet wird.

# 11. Ergebnisdarstellung

## 11.1. Verhaltensdaten

Das Brebner-Cooper-Modell sagt vorher, dass Extravertierte solche Situationen präferieren und in ihnen bessere Leistungen erbringen, die durch ein hohes Maß an motorischen Reaktionsmöglichkeiten gekennzeichnet sind. Introvertierte sollen dagegen in solchen Situationen aufgrund von R-Inhibition schlechter abschneiden. Für die Reaktionszeiten in diesem Experiment wird daher vorhergesagt, dass die Reaktionen der Introvertierten mit zunehmender Reaktionskomplexität langsamer werden, während für Extravertierte der umgekehrte Effekt vorausgesagt wird.

Im Modell zwar nicht expliziert, jedoch mit den theoretischen Vorstellungen durchaus vereinbar, lässt sich zusätzlich vermuten, dass Introvertierte durch inhibitorische Prozesse bei der Vorbereitung komplexerer Bewegungsabläufe unter Umständen bei deren Ausführung auch mehr Fehler produzieren als Extravertierte. Beide Hypothese werden auf statistischem Niveau mit Hilfe der dreifaktoriellen Varianzanalyse EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (3) x BLOCKHÄLFTE über die Interaktion der Faktoren EXTRAVERSION und REAKTIONSKOMPLEXITÄT geprüft.

Aufgrund der postulierten Feedback-Prozesse (vgl. Abschnitt 3. 2.) wird weiterhin vermutet, dass es bei Introvertierten nach begonnener Reaktion zu reaktionsvermittelter S-Exzitation kommt, bei Extravertierten dagegen zu reaktionsvermittelter S-Inhibition. Dieser Unterschied sollte sich bei komplexen Bewegungen in Form von schnelleren Bewegungszeiten bei Introvertierten im Vergleich zu Extravertierten niederschlagen. Diese Hypothese wird auf statistischer Ebene über den Haupteffekt EXTRAVERSION in der Varianzanalyse EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (2) x BLOCKHÄLFTE der Bewegungszeiten geprüft.

### 11.1.1. Schwierigkeitsratings

Die Schwierigkeitsratings zeigen, dass alle drei Bewegungen von den Vpn als relativ leicht eingeschätzt wurden (vgl. Abbildung 32).

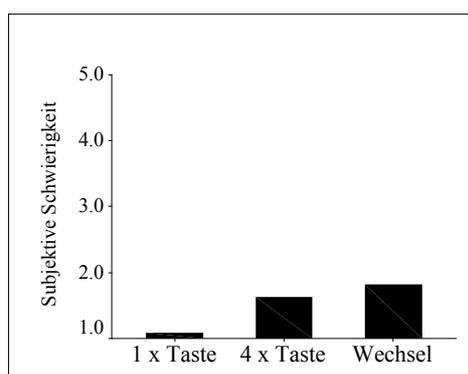


Abbildung 32: Subjektive Schwierigkeit der drei Aufgaben (Skala 1 – 5).

Die ANOVA EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT ergab einen signifikanten Haupteffekt der motorischen Komplexität auf das Schwierigkeitsmaß [ $F(2,128) = 25.17$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .19$ ]: Der einfache Tastendruck wird leichter empfunden als die beiden komplexeren Bewegungsabfolgen, die sich in der subjektiven Schwierigkeit nicht von einander unterscheiden. Die Extraversionsausprägung der Vpn wirkte sich in keiner Weise auf die subjektive Schwierigkeit aus.

### 11. 1. 2. Anzahl der Fehler

Die Darstellung der Fehlerzahlen in Tabelle 17 zeigt, dass in allen drei Aufgaben kaum Fehler gemacht wurden.

Tabelle 17: Anzahl der Fehler in der ersten und zweiten Blockhälfte der drei Aufgaben für Introvertierte (Intro), Ambivertierte (Ambi) und Extravertierte (Extra).

	einfacher Tastendruck		vierfacher Tastendruck		Tastenwechsel	
<i>1. Hälfte</i>	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$
<b>Intro</b>	.13	.46	.65	1.34	1.00	1.45
<b>Ambi</b>	.41	.80	.36	.95	1.09	1.11
<b>Extra</b>	.14	.35	1.00	1.98	1.55	2.82
<i>2. Hälfte</i>	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$
<b>Intro</b>	.30	1.26	.91	1.04	2.96	3.54
<b>Ambi</b>	.32	.57	.91	1.72	1.64	2.06
<b>Extra</b>	.27	.88	1.41	2.30	1.77	2.00

Die ANOVA EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE ergab einen signifikanten Haupteffekt der Reaktionskomplexität auf die Fehlerzahlen [ $F(2,128) = 20.62$ ;  $\varepsilon = .96$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .16$ ] sowie einen Haupteffekt der Blockhälften [ $F(1,64) = 10.90$ ;  $p = .002$ ;  $\omega^2 = .07$ ]. Die Post-hoc-Tests belegen, dass die Fehlerzahlen mit zunehmender Schwierigkeit der motorischen Reaktion sowie mit zunehmender Versuchsdauer leicht ansteigen. Die signifikante Interaktion REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE: [ $F(2,128) = 4.66$ ;  $\varepsilon = .96$ ;  $p = .01$ ;  $\omega^2 = .02$ ] zeigt jedoch, dass es lediglich in der Aufgabe mit Tastenwechsel zu einem signifikanten Anstieg der Fehlerzahlen von der ersten zur zweiten Blockhälfte kommt (Abbildung 33).

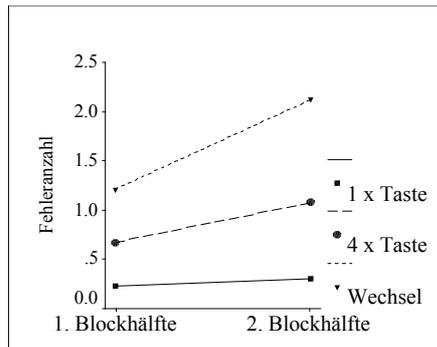


Abbildung 33: Mittlere Fehlerzahl in den drei Aufgaben getrennt nach Blockhälften.

Dieser Effekt geht in erster Linie auf eine Verschlechterung der Leistung Introvertierter zurück: Die dreifache Interaktion **EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE** [ $F(2,128) = 2.80$ ;  $\varepsilon = .96$ ;  $p = .03$ ;  $\omega^2 = .02$ ] belegt nämlich, dass vor allem Introvertierte in der zweiten Blockhälfte bei **Tastenwechsel** vermehrt Fehler machen (Abbildung 34).

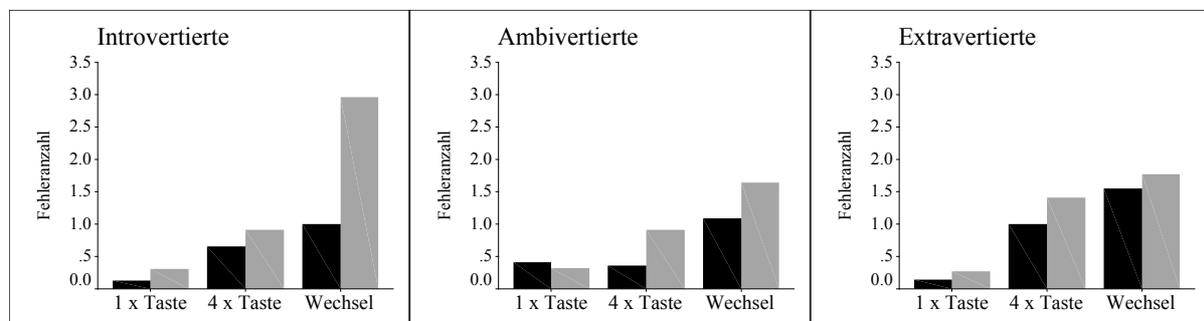


Abbildung 34: Mittlere Fehlerzahl in den drei Aufgaben getrennt nach Blockhälften (1. Hälfte = schwarz, 2. Hälfte = grau) für Introvertierte, Ambivertierte und Extravertierte.

### 11. 1. 3. Reaktionszeiten

In die Analyse der Reaktionszeiten gingen nur die Reaktionen ein, die richtig im Sinne der Aufgabe waren. Die Reaktionszeiten der drei Gruppen in den drei Aufgaben und getrennt nach Blockhälften sind in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Mittlere Reaktionszeiten bei richtigen Reaktionen (gerundet; in ms) in den drei Aufgaben und getrennt nach Blockhälften für Introvertierte (Intro), Ambivertierte (Ambi) und Extravertierte (Extra).

	einfacher Tastendruck		vierfacher Tastendruck		Tastenwechsel	
	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$
<b>1. Hälfte</b>						
<b>Intro</b>	324	90	385	92	384	106
<b>Ambi</b>	407	161	448	157	442	141
<b>Extra</b>	359	136	362	96	372	104
<b>2. Hälfte</b>						
<b>Intro</b>	333	120	378	100	362	92
<b>Ambi</b>	405	169	440	159	435	155
<b>Extra</b>	347	132	357	92	361	104

Die ANOVA EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE ergab einen signifikanten Haupteffekt der Reaktionskomplexität auf die Reaktionszeiten [ $F(2,128) = 8.56$ ;  $\varepsilon = .85$ ;  $p = .001$ ;  $\omega^2 = .07$ ]: Der einfache Tastendruck erfolgt schneller als der erste Tastendruck in den beiden Bewegungsabfolgen. Der Haupteffekt der Blockhälften wurde ebenfalls signifikant [1. Hälfte > 2. Hälfte;  $F(1,64) = 7.83$ ;  $p = .007$ ;  $\omega^2 = .05$ ].

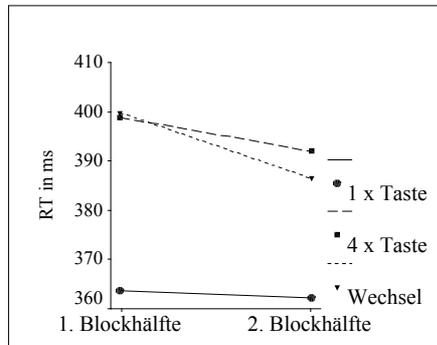


Abbildung 35: Mittlere Reaktionszeiten in der ersten und zweiten Blockhälfte der drei Aufgaben.

Auf deskriptivem Niveau erhält man den Eindruck, dass sich die Reaktionsgeschwindigkeit bei einfachem Tastendruck über die gesamte Blockdauer nicht verändert, während es bei den motorisch komplexeren Reaktionen mit zunehmender Übung zu einer leichten Geschwindigkeitssteigerung in der Initiierung der Reaktion zu kommen scheint (Abbildung 35). Die entsprechende Interaktion REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE wurde allerdings nicht signifikant [ $F(2,128) = 1.36$ ].

#### 11. 1. 4. Bewegungszeiten bei komplexen Reaktionen

In den beiden Bedingungen mit komplexeren motorischen Reaktionen wurde als Bewegungszeit die Zeit zwischen dem ersten und dem vierten Tastendruck erfasst und ausgewertet. Die Bewegungszeiten der drei Gruppen in den zwei Aufgaben, getrennt nach Blockhälften, sind in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Mittlere Bewegungszeiten bei richtigen Reaktionen (gerundet, in ms) in der ersten und zweiten Blockhälfte in den zwei Aufgaben für Introvertierte (Intro), Ambivertierte (Ambi) und Extravertierte (Extra).

	vierfacher Tastendruck		Tastenwechsel	
	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}$
<b>1. Hälfte</b>				
Intro	766	138	802	167
Ambi	854	257	857	207
Extra	741	178	786	170
<b>2. Hälfte</b>				
Intro	737	137	756	149
Ambi	811	264	827	188
Extra	729	156	769	164

Die ANOVA EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE ergab lediglich einen signifikanten Haupteffekt der Blockhälften auf die Bewegungszeiten [ $F(1,64) = 41.98$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .23$ ], der darin besteht, dass die komplexeren Reaktionen in der zweiten Blockhälfte ( $\bar{x} = 771$  ms) schneller ausgeführt werden als zu Beginn des Blocks ( $\bar{x} = 801$  ms).

Die Korrelationen zwischen den Reaktions- und Bewegungszeiten in den beiden Aufgaben ergeben einen signifikanten positiven Zusammenhang: Personen, die die Bewegungsabfolge später beginnen, führen sie auch langsamer aus (vgl. Tabelle 20; grau unterlegt).

Tabelle 20: Korrelationen zwischen den Reaktionszeiten (RZ) und Bewegungszeiten (BZ) in der ersten und zweiten Blockhälfte. Alle Korrelationen sind bei  $\alpha = .05$  signifikant.

<b>4 x Tastendruck</b>				
	<b>RZ – 1. Hälfte</b>	<b>RZ – 2. Hälfte</b>	<b>BZ – 1. Hälfte</b>	<b>BZ – 2. Hälfte</b>
<b>RZ – 1. Hälfte</b>	1.0			
<b>RZ – 2. Hälfte</b>	<b>.96</b>	1.0		
<b>BZ – 1. Hälfte</b>	<b>.43</b>	<b>.36</b>	1.0	
<b>BZ – 2. Hälfte</b>	<b>.42</b>	<b>.36</b>	<b>.96</b>	1.0
<b>Tastenwechsel</b>				
	<b>RZ – 1. Hälfte</b>	<b>RZ – 2. Hälfte</b>	<b>BZ – 1. Hälfte</b>	<b>BZ – 2. Hälfte</b>
<b>RZ – 1. Hälfte</b>	1.0			
<b>RZ – 2. Hälfte</b>	<b>.93</b>	1.0		
<b>BZ – 1. Hälfte</b>	<b>.38</b>	<b>.37</b>	1.0	
<b>BZ – 2. Hälfte</b>	<b>.42</b>	<b>.43</b>	<b>.95</b>	1.0

## 11. 2. Elektrophysiologische Maße

Im Folgenden werden die Ergebnisse der statistischen Analysen der verschiedenen elektrophysiologischen Maße dargestellt, die zur Prüfung der hier verfolgten Hypothese herangezogen wurden. Die aus dem Brebner-Cooper-Modell abgeleitete Hypothese bezüglich der Persönlichkeitsunterschiede in den Prozessen der Reaktionsorganisation sollte über die Betrachtung der tCNV-Komponente geprüft werden. Doch auch hier wird wieder eine „chronologische“ Darstellungsweise gewählt.

Die aus dem Brebner-Cooper-Modell vorhergesagten Unterschieden zwischen Extravertierten und Introvertierten in Situationen mit variierenden motorischen Reaktionsanforderungen sollen sich in der Amplitude der zentral maximalen tCNV niederschlagen. Es wird erwartet, dass sich die tCNV-Amplitude bei Extravertierten mit zunehmender Reaktionskomplexität erhöht, während es bei Introvertierten zu einer Amplituden-Reduzierung kommt (vgl. Abschnitt 10. 1.). Auf statistischem Niveau wird diese Hypothese in der varianzanalytischen Auswertung über die dreifache Interaktion EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT im Zeitbereich der tCNV geprüft. Diese Interaktion besitzt aufgrund der hohen Versuchspersonenanzahl eine statistische Power von .87, so dass nicht-signifikante Effekte noch mit einer akzeptablen Irrtumswahrscheinlichkeit im Sinne der Nullhypothese interpretiert werden können.

Die Prüfung der Hypothese wird sowohl an reiz- als auch an reaktionssynchronisierten EKP vorgenommen. Zunächst werden die Ergebnisse bei reizsynchronisierten Potentiale dargestellt, danach folgen die Auswertungen der reaktionssynchronisierten Potentiale. Bei allen statistischen Analysen wird im Text nur auf die signifikanten Effekte eingegangen, die mindestens 2% systematischer Varianz erklären. Vollständige Ergebnistabellen finden sich im Anhang B-6 bis B-33.

### 11. 2. 1. Reizsynchronisierte Potentiale

In Abbildung 36 sind die *Grand Means* in den drei Aufgaben für Introvertierte, Ambivertierte und Extravertierte an den neun Elektrodenpositionen dargestellt. Dargestellt ist der Zeitbereich von 100 ms vor S1 (erste vertikale Linie) bis zum S2-Onset. Die zweite vertikale Linie zeigt das Ausschalten des S1 nach 1000 ms an.

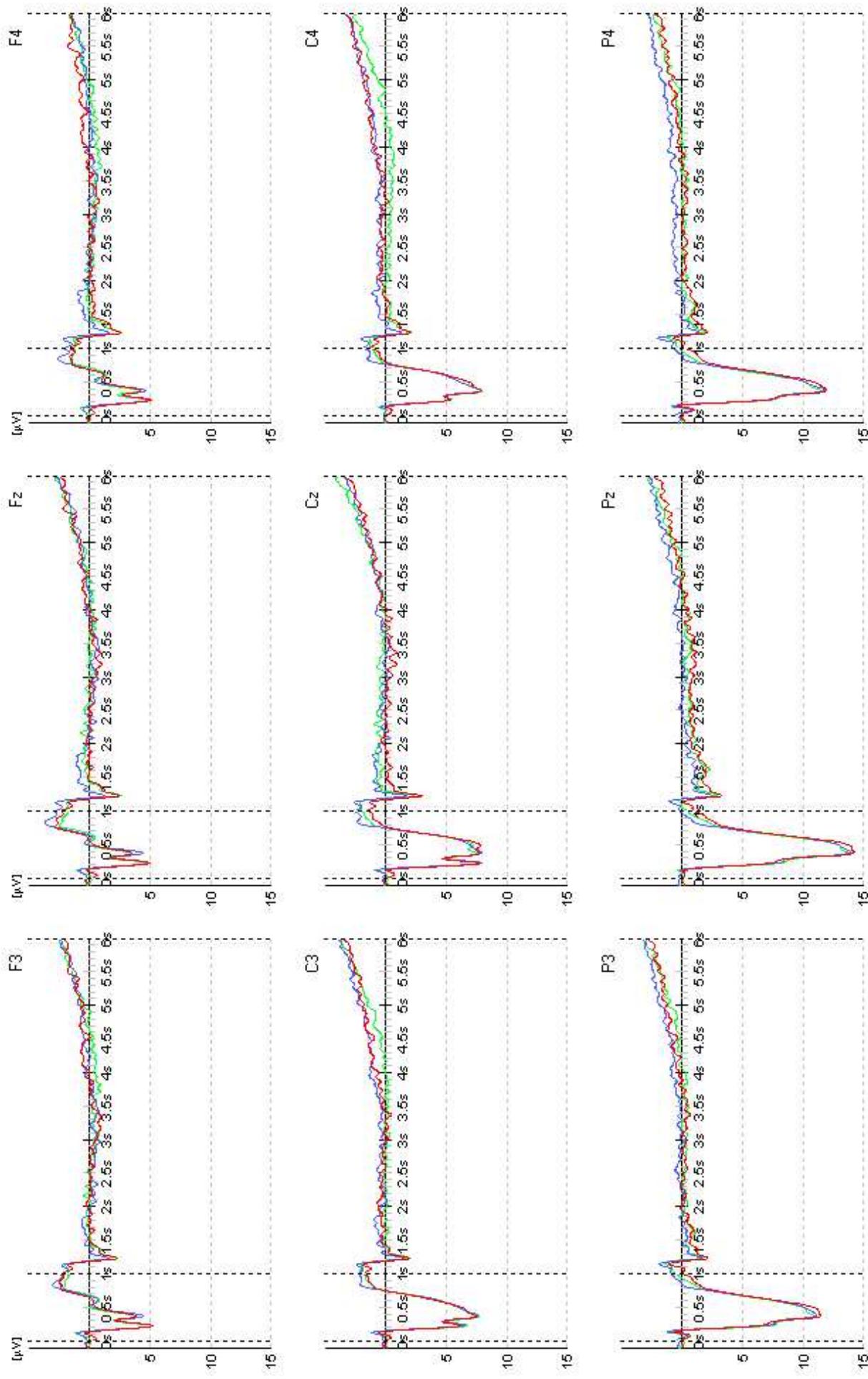


Abbildung 36-a: Grand Means im S1-S2-Intervall in den drei Aufgaben (1 x Taste, 4 x Taste, Tastenwechsel) für Introvertierte an den neun Elektrodenpositionen.

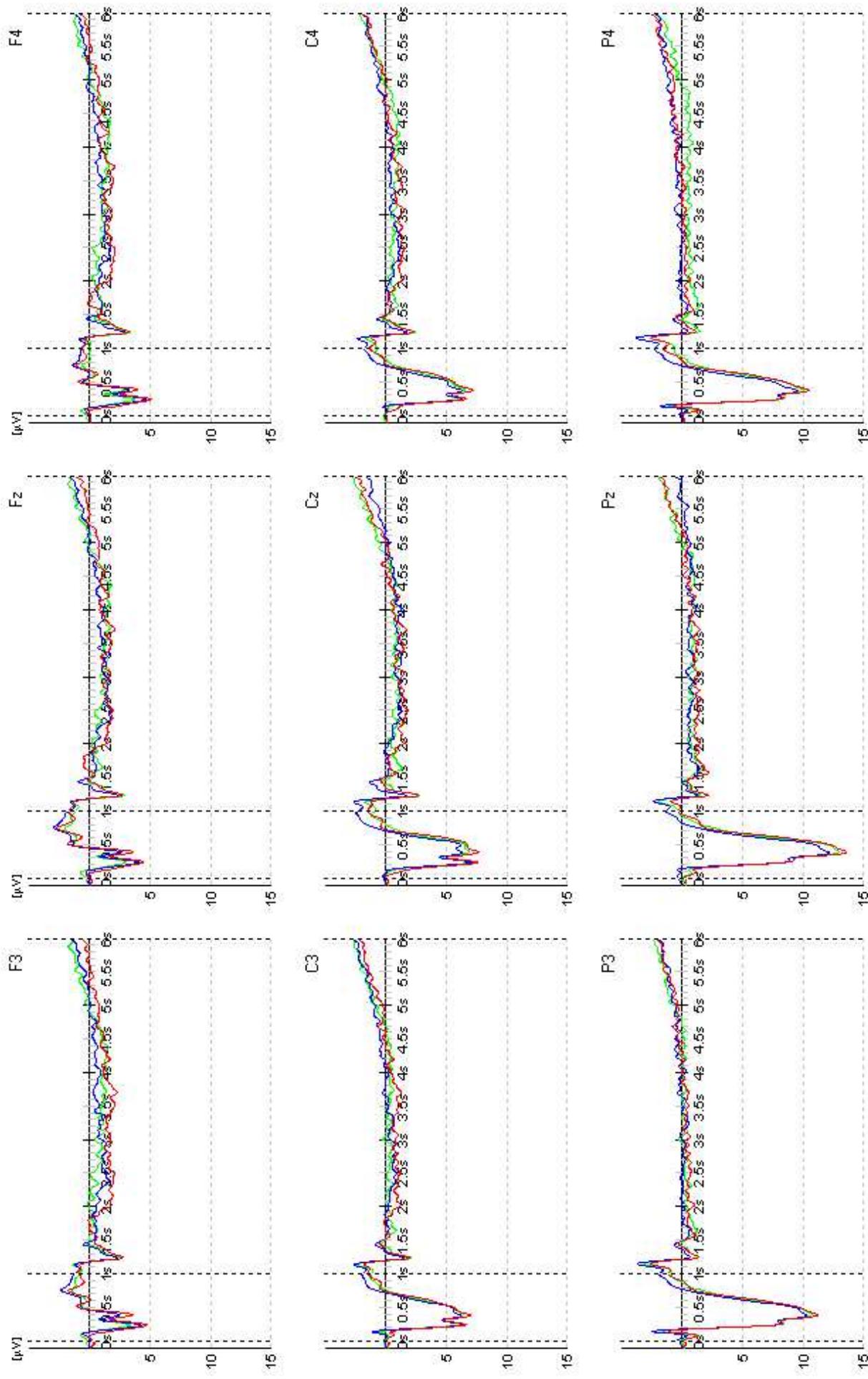


Abbildung 36-b: Grand Means im S1-S2-Intervall in den drei Aufgaben (1 x Taste, 4 x Taste, Tastenwechsel) für Ambivertierte an den neun Elektrodenpositionen.

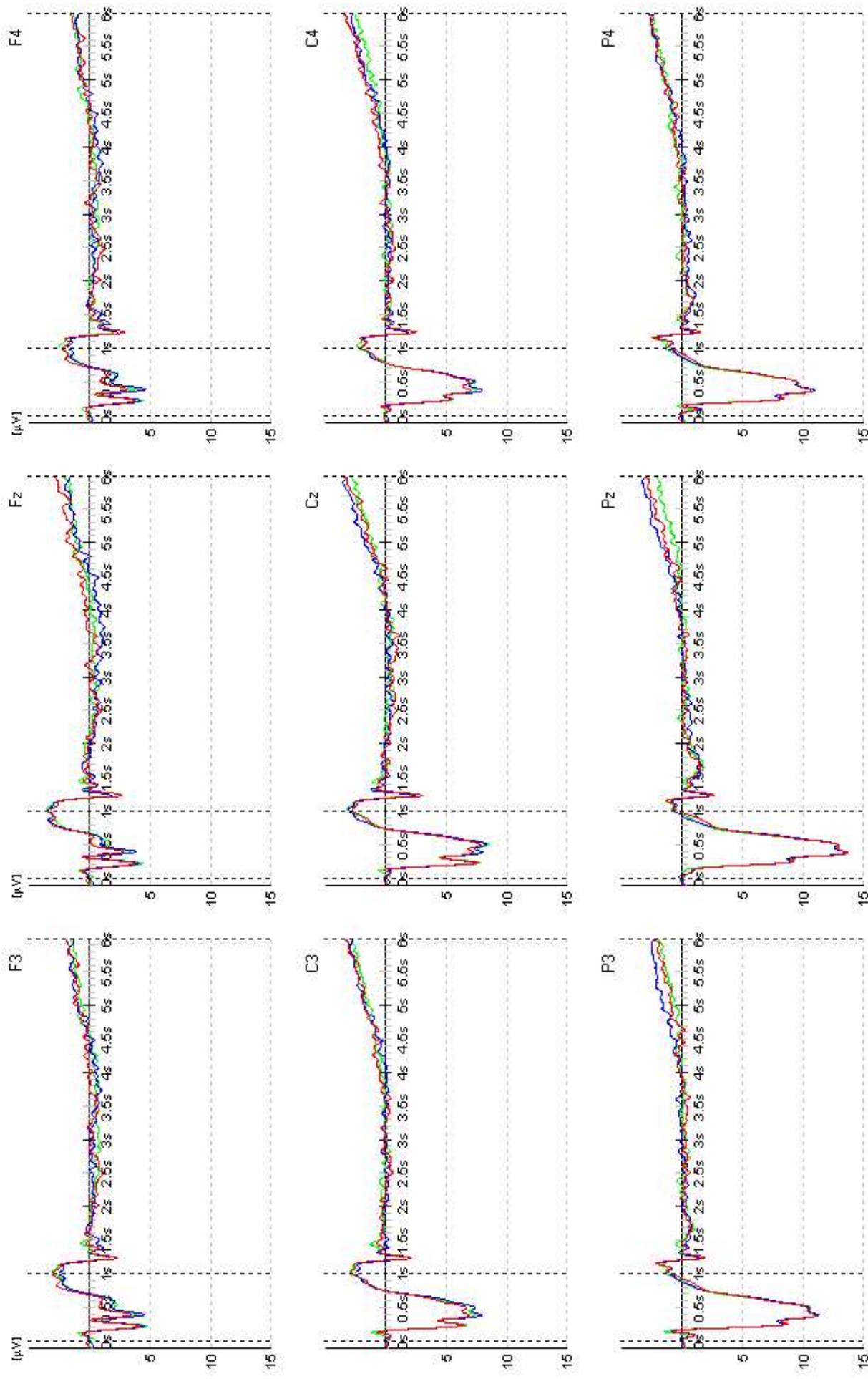


Abbildung 36-c: Grand Means im S1-S2-Intervall in den drei Aufgaben (1 x Taste, 4 x Taste, Taste + Tastenwechsel) für Extravertierte an den neun Elektrodenpositionen.

### 11.2.1.1. PCA-Parametrisierung

Die reizsynchronisierten EKP im Zeitbereich vom S1 bis 1500 ms nach S2 (7500 ms nach S1) wurden einer Hauptkomponentenanalyse mit anschließender Varimax-Rotation unterzogen. Dabei wurden vier Faktoren extrahiert, die gemeinsam 75.29 % der Varianz erklären. Die Ladungsverläufe der vier Faktoren über den gesamten Zeitbereich sind in Abbildung 37 dargestellt.

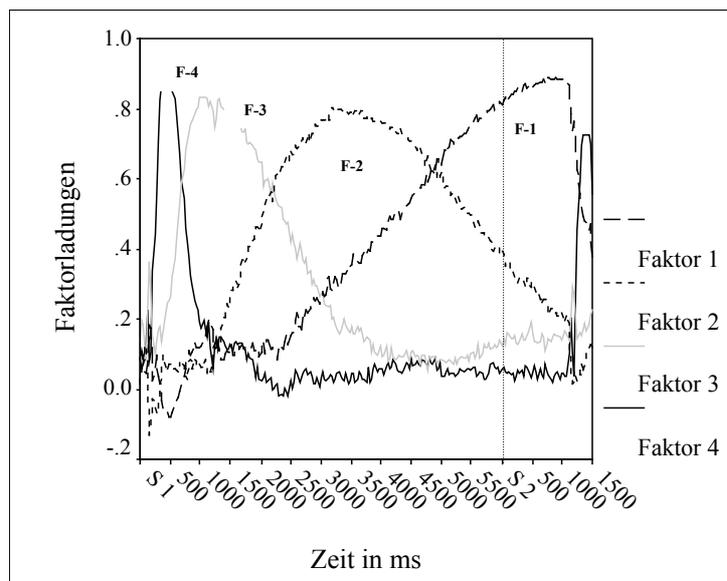


Abbildung 37:

Ladungsverläufe der rotierten Faktoren der Hauptkomponentenanalyse im Zeitbereich vom Reiz-Onset (S1) bis 1500 ms nach S2 (vertikale Linie).

Der erste Faktor (F-1; grob gestrichelt) beginnt seinen Ladungsanstieg etwa ab 2500 ms nach S1. Ladungen von über .70 zeigt dieser Faktor in den letzten 900 ms vor S2 (5100 ms nach S1), sein Ladungsmaximum von .89 erreicht er etwa 1000 ms nach S2 (7000 ms nach S1). Auch in dieser Untersuchung scheint der varianzstärkste Faktor in erster Linie die Aktivität der reaktionsvorbereitenden tCNV abzubilden. Die Tatsache, dass sein Ladungsmaximum nach dem S2 erreicht wird, deutet jedoch darauf hin, dass sich in diesem Faktor auch Prozesse widerspiegeln, die mit der Ausführung der Bewegungen zusammenhängen. Der zweite Faktor (F-2; fein gestrichelt), der der „mittleren“ Komponente bei Lutzenberger et al. (1981) zu entsprechen scheint und in der vorliegenden Untersuchung stark ausgeprägt ist, zeigt Ladungen über .50 ab etwa 2000 ms nach S1, Ladungen über .70 zwischen 2700 und 4500 ms. Die höchsten Ladungen (.79 - .80) erreicht er zwischen 3100 und 3400 ms nach S1. Möglicherweise scheinen sich hier Veränderungen niederzuschlagen, die mit der hohen Trialanzahl und damit mit der Gewöhnung der Versuchspersonen zusammenhängen. Der dritte Faktor (F-3; grau durchgezogen) ist gekennzeichnet durch einen steilen Anstieg der Ladungen bei etwa 700 ms. Ladungen über .70 erreicht dieser Faktor zwischen 800 und 1800 ms nach S1, das Ladungsmaximum von .83 liegt zwischen 1000 und 1100 ms. Bei diesem Faktor handelt es sich wahrscheinlich um einen Indikator der reizbezogenen iCNV-Aktivität. Der vierte Faktor spiegelt offensichtlich P3-Aktivität wider: Sein Ladungsbereich ist zeitlich eng umrissen. Nach etwa 300 ms steigen seine Ladungen steil auf über .70 an und fallen bei etwa 600 ms

genauso steil wieder ab. Seine höchsten Ladungen von .88 zeigt dieser Faktor zwischen 450 und 480 ms nach S1. Das Auffinden eines P3-Faktors in der PCA trotz gleichbleibender Reizbedingungen in allen Aufgaben könnte ebenfalls mit der langen Blockdauer und einer eventuellen Habituation der P3 in Zusammenhang stehen.

### 11. 2. 1. 2. Baseline

Als Baseline-Amplitude wurde die gemittelte Amplitude über die 500 ms vor S1-Onset erfasst. Die empirische Baseline lag in dieser Untersuchung meistens deutlich im negativen Bereich (zwischen  $-55$  und  $7 \mu\text{V}$  je nach Elektrode und Bedingung).

Die ANOVA EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT x HEMISPHERE ergab einen signifikanten Haupteffekt der Blockhälften [ $F(1,64) = 6.42$ ;  $p = .01$ ;  $\omega^2 = .04$ ]: In der zweiten Blockhälfte ist die Negativität der Baseline durchschnittlich um ca.  $3-4 \mu\text{V}$  (je nach Elektrode) reduziert. Weiterhin ergab sich auch in dieser zweiten Untersuchung ein statistisch bedeutsamer Haupteffekt der Extraversionsgruppe [ $F(2,64) = 3.22$ ;  $p = .05$ ;  $\omega^2 = .07$ ] auf die Baseline: Extravertierte zeigen eine deutlich negativere Baseline als Ambivertierte. Introvertierte unterschieden sich dagegen weder von Ambivertierten noch von Extravertierten statistisch bedeutsam (vgl. Abbildung 38).

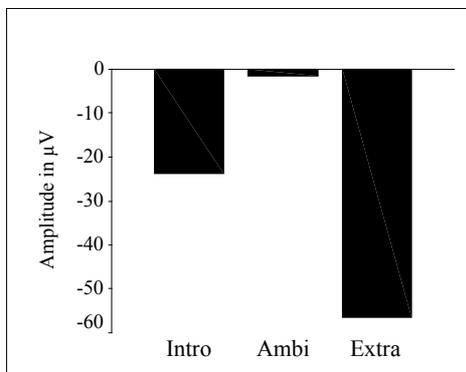


Abbildung 38: Mittlere Baseline-Amplituden bei Introvertierten (Intro), Ambivertierten (Ambi) und Extravertierten (Extra).

### 11. 2. 1. 3. P3-Komponente

Auch in dieser Untersuchung wurde der Vollständigkeit halber die P3-Komponente parametrisiert. Da sich die drei Aufgaben auf Reizseite nicht voneinander unterschieden, wurden keinerlei experimentelle Effekte auf die P3 erwartet.

#### P3-Latenz

Die P3 wurde in dieser Untersuchung mit einer mittleren Latenz von 412 ms ( $\sigma = 40.99$ ) nach S1-Onset ausgelöst. Die ANOVA EXTRAVERSION  $\times$  REAKTIONSKOMPLEXITÄT  $\times$  BLOCKHÄLFTE  $\times$  FRONTALITÄT  $\times$  HEMISPHERE ergab neben topografischen Effekten [HE FRONTALITÄT:  $F(2,128) = 5.40$ ;  $\epsilon = .81$ ;  $p = .01$ ;  $\omega^2 = .04$ ; frontal > zentral > parietal; HE HEMISPHERE:  $F(2,128) = 8.23$ ;  $\epsilon = .83$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .07$ ; (links = Mitte) > rechts] einen signifikanten Haupteffekt der Extraversionsgruppe [ $F(2,64) = 3.74$ ;  $p = .03$ ;  $\omega^2 = .08$ ], der zusätzlich noch mit dem Faktor BLOCKHÄLFTE interagiert [ $F(2,64) = 3.22$ ;  $p = .04$ ;  $\omega^2 = .03$ ]. Bei Introvertierten ( $\bar{x} = 394$  ms) wird die P3 schneller ausgelöst als bei Ambivertierten ( $\bar{x} = 423$  ms) oder Extravertierten ( $\bar{x} = 420$  ms). Während die zunehmende Versuchsdauer bei Introvertierten noch zu einer zusätzlichen Verkürzung der P3-Latenz führt, wird die P3 bei Extravertierten in der zweiten Blockhälfte dagegen im Mittel etwas später ausgelöst als in der ersten Blockhälfte (Abbildung 39). Bei Ambivertierten bleibt die mittlere P3-Latenz über die gesamte Blocklänge unverändert.

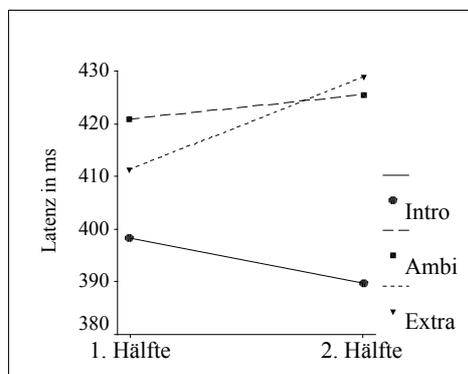


Abbildung 39: Mittlere P3-Latenz bei Introvertierten (Intro), Ambivertierten (Ambi) und Extravertierten (Extra) in der ersten und zweiten Blockhälfte.

#### P3-Amplitude

Die Effekte der Faktoren FRONTALITÄT [ $F(2,128) = 172.54$ ;  $\epsilon = .60$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .63$ ] und HEMISPHERE [ $F(2,128) = 24.24$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .19$ ] auf die P3-Amplitude ergaben eine charakteristische Skalpverteilung der P3 mit einem Amplitudenmaximum an Pz [Frontalität  $\times$  Hemisphäre:  $F(4,256) = 57.95$ ;  $\epsilon = .93$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .27$ ]. Auch für die Amplitude der P3 ergab sich eine signifikante Interaktion EXTRAVERSION  $\times$  BLOCKHÄLFTE [ $F(2,64) = 11.19$ ;  $p < .001$ ], die 13% systematische Varianz erklärt: Bei Introvertierten wird die P3-Amplitude

von der ersten zur zweiten Blockhälfte größer, während sie bei Extravertierten mit zunehmender Versuchsdauer abnimmt. Dieser gegenläufige Effekt ist an frontalen Elektroden etwas ausgeprägter, wobei die Interaktion mit dem Faktor FRONTALITÄT sehr klein ist [EXTRAVERSION x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT:  $F(4,128) = 3.47$ ;  $\epsilon = .77$ ;  $p = .02$ ;  $\omega^2 = .02$ ; vgl. Abbildung 40]. Ambivertierte zeigen stabile P3-Amplituden über den gesamten Block.

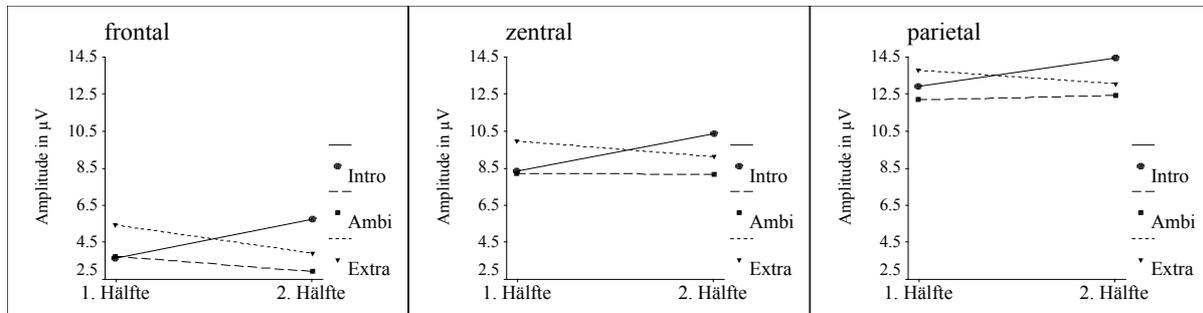


Abbildung 40: Mittlere P3-Amplituden bei Introvertierten (Intro), Ambivertierten (Ambi) und Extravertierten (Extra) in der ersten und zweiten Blockhälfte an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden.

#### 11. 2. 1. 4. Averageamplituden

Als Parameter für die iCNV-Amplitude wurden in dem Zeitbereich, in dem der iCNV-Faktor (F-3) maximale Ladungen aufwies, eine Reihe von Averageamplituden berechnet. Im Zeitbereich von 700 bis 1500 ms nach S1 wurden acht Averageamplituden über Zeitfenster von jeweils 100 ms, im Zeitbereich zwischen 1500 und 2100 ms drei Averageamplituden über jeweils 200 ms berechnet. Auch bei der Betrachtung der *Grand Means* (vgl. Abbildung 36) wird deutlich, dass dies der Zeitbereich ist, in dem iCNV-bezogene Aktivität stattfindet.

Der S1 wurde nach 1000 ms abgeschaltet. Zwischen 200 und 300 ms nach Reiz-Offset zeigte sich eine in allen Gruppen und allen Aufgaben zeitlich sehr stabile, schnelle Positivierung, die die kortikale Reaktion auf das Abschalten der Reize darstellt. Auf eine Relativierung aller nachfolgenden Averageamplituden an diesem „Abschaltpotential“ konnte in dieser Untersuchung jedoch verzichtet werden, da diese Positivierung weder mit den Extraversionsgruppen, noch mit den experimentellen Bedingungen variiert (vgl. Averageamplitude 1210-1300 ms). Man kann daher davon ausgehen, dass spätere Effekte nicht differentiell von dieser Positivierung beeinflusst sind. Als Parameter für die tCNV wurden in den letzten 1000 ms vor S2 drei Averageamplituden über jeweils 400 ms bzw. 200 ms berechnet.

Die beiden Zeitbereiche wurden getrennt ausgewertet. Zunächst wurde je eine ANOVA EXTRAVERSION (3) x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (3) x BLOCKHÄLFTE (2) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) x ZEITFENSTER (N) mit Messwiederholung auf den letzten vier Faktoren berechnet. Ergaben sich hier statistische Interaktionen mit dem Faktor ZEITFENSTER, wurden die einzel-nen Averageamplituden einer Varianzanalyse EXTRAVERSION (3) x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (3) x BLOCKHÄLFTE (2) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHERE (3) mit Messwiederholung auf den letzten drei Faktoren unterzogen.

## Averageamplituden im Zeitbereich der iCNV

In dieser Untersuchung wurden die Anforderungen an die Reizanalyse konstant gehalten. In allen drei Blöcken wurden die gleichen Reize vorgegeben und mit der gleichen Aufgabe belegt (einfache Form-Diskrimination). Daher wurden keine Unterschiede in der iCNV zwischen den drei Aufgaben erwartet. Erwartungsgemäß ergaben sich im Zeitbereich der iCNV weder in der Overall-ANOVA noch in den Varianzanalysen der einzelnen Averageamplituden bedeutsame Effekte der Aufgaben (Faktor REAKTIONSKOMPLEXITÄT).

Die Overall-ANOVA EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER ergab einen signifikanten Haupteffekt ZEITFENSTER [ $F(10,620) = 38.67$ ;  $\varepsilon = .38$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .34$ ]. Dieser Effekt bildet die verschiedenen aufeinanderfolgenden Prozesse der Reizverarbeitung im analysierten Zeitbereich ab und ist somit trivial.

Weiterhin ergaben sich in der Overall-ANOVA die Haupteffekte FRONTALITÄT [ $F(2,128) = 9.98$ ;  $\varepsilon = .70$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .08$ ] und HEMISPHERE [ $F(2,128) = 4.04$ ;  $p = .02$ ;  $\omega^2 = .03$ ] sowie eine Interaktion der beiden Faktoren [FRONTALITÄT x HEMISPHERE:  $F(4,256) = 37.30$ ;  $\varepsilon = .98$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .19$ ]. Diese drei Effekte interagieren zusätzlich mit dem Faktor ZEITFENSTER (vgl. Tabelle 21) und wurden daher durch die Varianzanalysen in den einzelnen Zeitfenstern näher aufgeklärt.

Tabelle 21: F-Werte, Huynh-Feldt- $\varepsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für alle signifikanten Effekte in der Analyse EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER im Zeitbereich von 710 ms bis 2100 ms nach S1.

	df <sub>Effekt</sub>	df <sub>Fehler</sub>	$\varepsilon$	F	$p$	$\omega^2$
<b>Zeitfenster</b>	10	620	.38	38.67	< .01	<b>.34</b>
<b>Frontalität</b>	2	128	.70	9.98	< .01	<b>.08</b>
<b>Hemisphäre</b>	2	128	1.0	4.04	.02	<b>.03</b>
<b>Blockhälfte</b>	1	64	1.0	16.19	< .01	<b>.10</b>
<b>Extraversion x Blockhälfte</b>	2	64	1.0	5.32	.01	<b>.06</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre</b>	4	256	.98	37.30	< .01	<b>.19</b>
<b>Frontalität x Zeitfenster</b>	20	1280	.26	46.05	< .01	<b>.29</b>
<b>Hemisphäre x Zeitfenster</b>	20	1280	.36	7.28	< .01	<b>.05</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre x Zeitfenster</b>	40	2560	.22	17.42	< .01	<b>.09</b>
<b>Reaktionskomplexität x Frontalität x Zeitfenster</b>	40	2560	.30	2.01	.02	< .01
<b>Blockhälfte x Frontalität x Zeitfenster</b>	20	1280	.34	3.81	.01	.01
<b>Blockhälfte x Hemisphäre x Zeitfenster</b>	20	1280	.45	2.64	.01	< .01

Die ANOVA EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT x HEMISPHERE der einzelnen Averageamplituden ergab in einigen Zeitfenstern signifikante Haupteffekte FRONTALITÄT (vgl. Tabelle 22). Im Zeitbereich zwischen 710 und 1100 ms zeigt sich das für die iCNV typische frontale bzw. fronto-zentrale Amplitudenmaximum. Der Frontalitätseffekt zwischen 1210 und 1400 ms beschreibt dagegen die Positivierung nach Abschalten des Reizes, welche ebenfalls frontal am stärksten ausgeprägt ist. In den späteren Zeitfenstern bleibt parietal eine leichte Positivität erhalten, obwohl die Skalpverteilung hier generell eher flach ist (vgl. Abbildung 41).

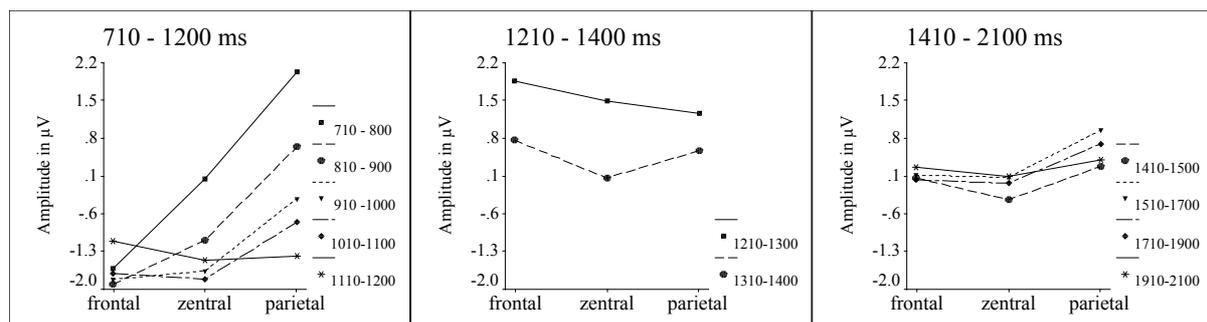


Abbildung 41: Mittlere Amplituden an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden im Zeitbereich zwischen 710 und 2100 ms nach S1.

Auch der Haupteffekt HEMISPHERE erstreckt sich nicht über den gesamten Zeitbereich (vgl. Tabelle 22). In den Zeitfenstern zwischen 710 und 1400 ms finden sich rechts etwas positivere Amplituden als links oder in der Mitte. Generell ist jedoch auch hier die Skalpverteilung eher flach.

Die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE wird in allen Zeitfenstern signifikant, ist jedoch am Anfang des Intervalls am größten (710-1200 ms; vgl. Tabelle 22). In diesem Zeitbereich zeigt sich vor allem an frontalen Elektroden die Negativierung der iCNV, die in der Mitte am größten ist. Parietal findet man dagegen anfänglich eine Positivierung, die im Laufe der Zeit immer niedriger wird und das Zurückschwingen der P3 indiziert. Nach der Abschalt-Positivierung (1210-1300 ms) schwingen alle EKP auf Null zurück und sind topografisch nahezu gleichverteilt. Lediglich parietal bleibt eine leichte Positivierung an Pz bestehen (vgl. Abbildung 42).

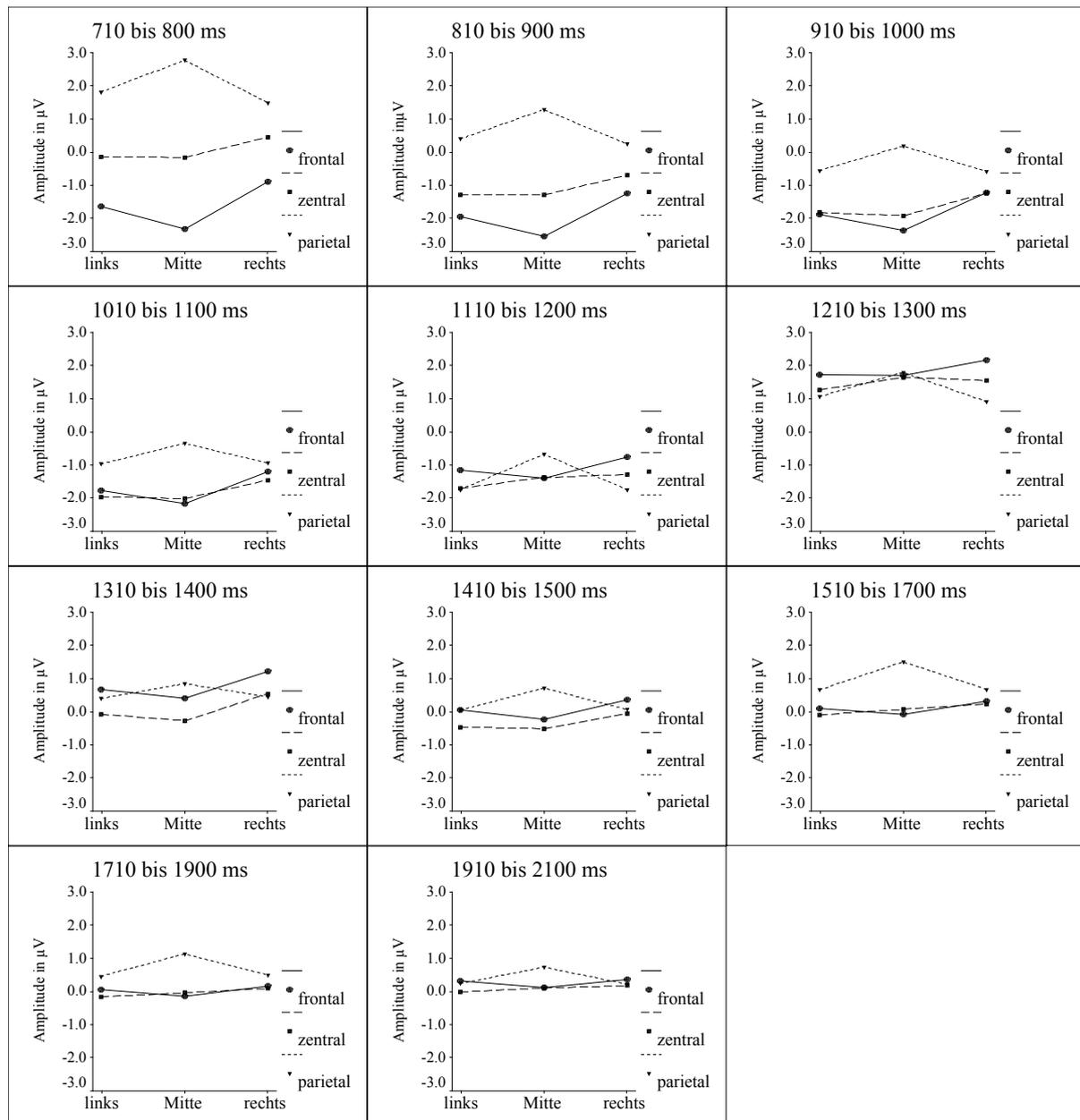


Abbildung 42: Mittlere Amplituden an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden über der linken und rechten Hemisphäre sowie entlang der Mittellinie.

Weiterhin ergab die Overall-Analyse einen signifikanten Haupteffekt der Blockhälften [ $F(1,64) = 16.19; p < .01; \omega^2 = .10$ ], der nicht durch die verschiedenen Zeitfenster moderiert wird. Alle Averageamplituden in dem hier betrachteten Zeitbereich nehmen in der zweiten Hälfte der Blöcke ab. Signifikante Interaktionen FRONTALITÄT  $\times$  BLOCKHÄLFTE im Zeitbereich zwischen 810 und 1100 ms ( $\omega^2_{810-900} = .02; \omega^2_{910-1000} = .03; \omega^2_{1010-1100} = .02$ ) zeigen, dass diese Amplitudenreduzierung parietal etwas stärker ist als an frontalen oder zentralen Elektroden.

Tabelle 22: F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für die Haupteffekte FRONTALITÄT und HEMISPHERE sowie die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE im Zeitbereich von 710 ms bis 2100 ms nach S1.

	HE Frontalität df (2,128)				HE Hemisphäre df (2,128)				Frontalität x Hemisphäre df (4,256)			
	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>710 bis 800 ms</b>	58.71	.67	< .01	<b>.36</b>	3.22	1.0	.04	<b>.02</b>	74.73	.94	< .01	<b>.33</b>
<b>810 bis 900 ms</b>	36.19	.69	< .01	<b>.26</b>	5.30	1.0	< .01	<b>.04</b>	63.53	.95	< .01	<b>.29</b>
<b>910 bis 1000 ms</b>	18.26	.69	< .01	<b>.15</b>	7.04	1.0	< .01	<b>.06</b>	47.65	.97	< .01	<b>.24</b>
<b>1010 bis 1100 ms</b>	11.42	.69	< .01	<b>.09</b>	6.00	1.0	< .01	<b>.05</b>	34.54	.98	< .01	<b>.18</b>
<b>1110 bis 1200 ms</b>	1.15	.69	n. s.		5.54	1.0	< .01	<b>.04</b>	34.56	.97	< .01	<b>.18</b>
<b>1210 bis 1300 ms</b>	3.47	.68	.05	<b>.02</b>	5.14	1.0	< .01	<b>.04</b>	22.25	.91	< .01	<b>.12</b>
<b>1310 bis 1400 ms</b>	3.74	.66	.05	<b>.03</b>	9.56	1.0	< .01	<b>.08</b>	19.21	.94	< .01	<b>.11</b>
<b>1410 bis 1500 ms</b>	3.22	.67	n. s.		2.70	1.0	n. s.		19.99	.96	< .01	<b>.11</b>
<b>1510 bis 1700 ms</b>	10.26	.69	< .01	<b>.08</b>	3.89	1.0	.02	<b>.03</b>	18.91	.92	< .01	<b>.11</b>
<b>1710 bis 1900 ms</b>	9.15	.71	< .01	<b>.07</b>	2.21	1.0	n. s.		13.69	.92	< .01	<b>.08</b>
<b>1910 bis 2100 ms</b>	1.53	.70	n. s.		1.23	1.0	n. s.		8.98	.94	< .01	<b>.05</b>

Als einzigen Effekt der Extraversionsgruppen ergab die Overall-ANOVA eine Interaktion EXTRAVERSION x BLOCKHÄLFTE [ $F(2,64) = 5.32$ ;  $p = .01$ ;  $\omega^2 = .06$ ]. Die Abbildung 43 zeigt, dass es bei Introvertierten zu einer deutlichen Reduzierung der iCNV von der ersten zur zweiten Blockhälfte kommt, während dies bei Extravertierten ausbleibt. Bei Ambivertierten nehmen die Amplituden in der zweiten Hälfte nur leicht ab.

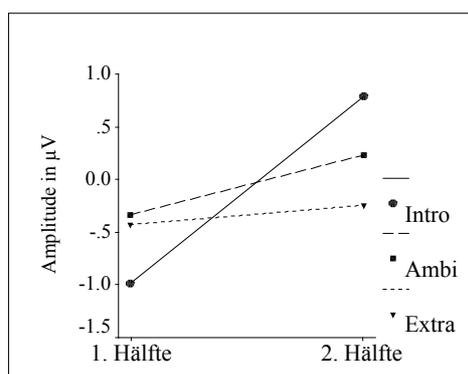


Abbildung 43: Mittlere iCNV-Amplituden in der ersten und zweiten Blockhälfte bei Introvertierten (Intro), Ambivertierten (Ambi) und Extravertierten (Extra).

Obwohl dieser Effekt auf statistischer Ebene nicht mit dem Faktor ZEITFENSTER interagiert, wird die Interaktion zwischen EXTRAVERSION und BLOCKHÄLFTE in den Varianzanalysen der einzelnen Averageamplituden hauptsächlich im Zeitbereich zwischen 710 und 1400 ms statistisch bedeutsam (vgl. Tabelle 23).

*Tabelle 23:* F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für den Haupteffekt BLOCKHÄLFTE und die Interaktion EXTRAVERSION x BLOCKHÄLFTE im Zeitbereich von 710 ms bis 2100 ms nach S1.

	HE Blockhälfte df (1,64)				Extraversion x Blockhälfte df (2,64)			
	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>710 bis 800 ms</b>	14.52	1.0	< .01	<b>.09</b>	5.01	1.0	.01	<b>.06</b>
<b>810 bis 900 ms</b>	12.29	1.0	< .01	<b>.08</b>	4.51	1.0	.02	<b>.03</b>
<b>910 bis 1000 ms</b>	7.52	1.0	< .01	<b>.05</b>	4.20	1.0	.02	<b>.05</b>
<b>1010 bis 1100 ms</b>	8.43	1.0	< .01	<b>.05</b>	5.74	1.0	< .01	<b>.07</b>
<b>1110 bis 1200 ms</b>	10.55	1.0	< .01	<b>.07</b>	5.86	1.0	< .01	<b>.07</b>
<b>1210 bis 1300 ms</b>	5.68	1.0	.02	<b>.03</b>	5.05	1.0	< .01	<b>.06</b>
<b>1310 bis 1400 ms</b>	9.45	1.0	< .01	<b>.06</b>	5.47	1.0	< .01	<b>.06</b>
<b>1410 bis 1500 ms</b>	9.81	1.0	< .01	<b>.06</b>	2.64	1.0	n. s.	
<b>1510 bis 1700 ms</b>	15.89	1.0	< .01	<b>.10</b>	3.51	1.0	.04	<b>.04</b>
<b>1710 bis 1900 ms</b>	19.21	1.0	< .01	<b>.12</b>	1.72	1.0	n. s.	
<b>1910 bis 2100 ms</b>	20.67	1.0	< .01	<b>.13</b>	1.42	1.0	n. s.	

## Averageamplituden im Zeitbereich der tCNV

Die Overall-ANOVA EXTRAVERSION x ANALYSEKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER ergab zunächst einen signifikanten Haupteffekt der Zeitfenster auf die Amplitude der tCNV [ $F(2,128) = 121.31$ ;  $\varepsilon = .76$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .54$ ]: Die tCNV steigt in den letzten 1000 ms vor S2 stetig an.

*Tabelle 24:* F-Werte, Huynh-Feldt- $\varepsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für alle signifikanten Effekte in der Analyse EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER in den letzten 1000 ms vor S2 (5010 – 6000 ms nach S1).

	df <sub>Effekt</sub>	df <sub>Fehler</sub>	$\varepsilon$	F	$p$	$\omega^2$
<b>Zeitfenster</b>	2	128	.76	121.31	< .01	<b>.54</b>
<b>Frontalität</b>	2	128	.73	12.88	< .01	<b>.11</b>
<b>Blockhälfte</b>	1	64	1.0	21.95	< .01	<b>.15</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre</b>	4	256	.98	4.17	< .01	<b>.02</b>
<b>Frontalität x Zeitfenster</b>	4	256	.57	9.00	< .01	<b>.03</b>
<b>Hemisphäre x Zeitfenster</b>	4	256	.67	14.46	< .01	<b>.08</b>

Topografisch zeigt die tCNV das für sie typische zentrale Maximum [HE FRONTALITÄT:  $F(2,128) = 12.88$ ;  $\varepsilon = .73$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .11$ ], welches zum Ende des Intervalls hin immer ausgeprägter wird [Frontalität x Zeitfenster:  $F(4,256) = 9.00$ ;  $\varepsilon = .57$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .03$ ; vgl. Tabelle 25]. Der Haupteffekt HEMISPHERE wird in der Overall-ANOVA nicht statistisch bedeutsam, wohl aber die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE [ $F(4,256) = 4.17$ ;  $\varepsilon = .98$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .02$ ], die nicht mit dem Faktor ZEITFENSTER interagiert. Über der rechten Hemisphäre ist das zentrale Maximum etwas in Richtung eines zentro-parietalen Maximums verschoben. Diese Interaktion ist jedoch sehr klein. Die Interaktion HEMISPHERE x ZEITFENSTER [ $F(4,256) = 14.46$ ;  $\varepsilon = .67$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .08$ ] geht auf einen kleinen ( $\omega^2 = .02$ ), aber signifikanten Haupteffekt HEMISPHERE in den letzten 200 ms zurück (vgl. Tabelle 25): Kurz vor dem S2 geht die Negativierung über der rechten Hemisphäre etwas zurück.

*Tabelle 25:* F-Werte, Huynh-Feldt- $\varepsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für die Haupteffekte FRONTALITÄT und HEMISPHERE sowie die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE in den letzten 1000 ms vor S2 (5010 - 6000 ms).

	HE Frontalität df (2,128)				HE Hemisphäre df (2,128)				Frontalität x Hemisphäre df (4,256)			
	F	$\varepsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\varepsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\varepsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>5010 bis 5400 ms</b>	8.90	.71	< .01	<b>.07</b>	1.16	1.0	n. s.		4.20	1.0	< .01	<b>.02</b>
<b>5410 bis 5800 ms</b>	13.37	.73	< .01	<b>.11</b>	1.55	1.0	n. s.		4.12	.98	< .01	<b>.02</b>
<b>5810 bis 6000 ms</b>	15.60	.72	< .01	<b>.13</b>	3.21	1.0	.04	<b>.02</b>	4.09	.96	< .01	<b>.02</b>

Wider Erwarten ergaben sich in der reizgemittelten tCNV keinerlei Effekte der Reaktionskomplexität. Die Negativierung vor dem reaktionsauslösenden S2 scheint nicht mit der motorischen Komplexität der vorzubereitenden Reaktion zu variieren. Allerdings verringert sich die Amplitude der terminalen Negativierung mit zunehmender Versuchsdauer [HE BLOCKHÄLFTE:  $F(1,64) = 21.95$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .15$ ].

Weiterhin ergaben sich keinerlei Effekte von Extraversion auf die Amplituden der tCNV. Die hypothesenrelevante Interaktion EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT ist weit entfernt von statistischer Signifikanz [ $F(8,256) = 1.09$ ;  $p = .37$ ]. Extravertierte und Introvertierte unterscheiden sich nicht in der kortikalen Vorbereitung auf die hier geforderten Bewegungen.

## 11. 2. 2. Reaktionssynchronisierte Potentiale

In der vorliegenden Untersuchung wurden zusätzlich die reaktionsbezogenen EKP analysiert. Es soll gezeigt werden, wie sich die reaktionsvorbereitenden Prozesse, indiziert in der Amplitude der tCNV, darstellen, wenn man sie zeitlich relativ zum Beginn der motorischen Reaktion (R) synchronisiert.

In Abbildung 44 sind die *Grand Means* in den drei Aufgaben für Introvertierte, Ambivertierte und Extravertierte an den neun Elektrodenpositionen dargestellt. Dargestellt ist der Zeitbereich von 5000 ms vor dem ersten Tastendruck (vertikale Linie) bis 1500 ms danach.

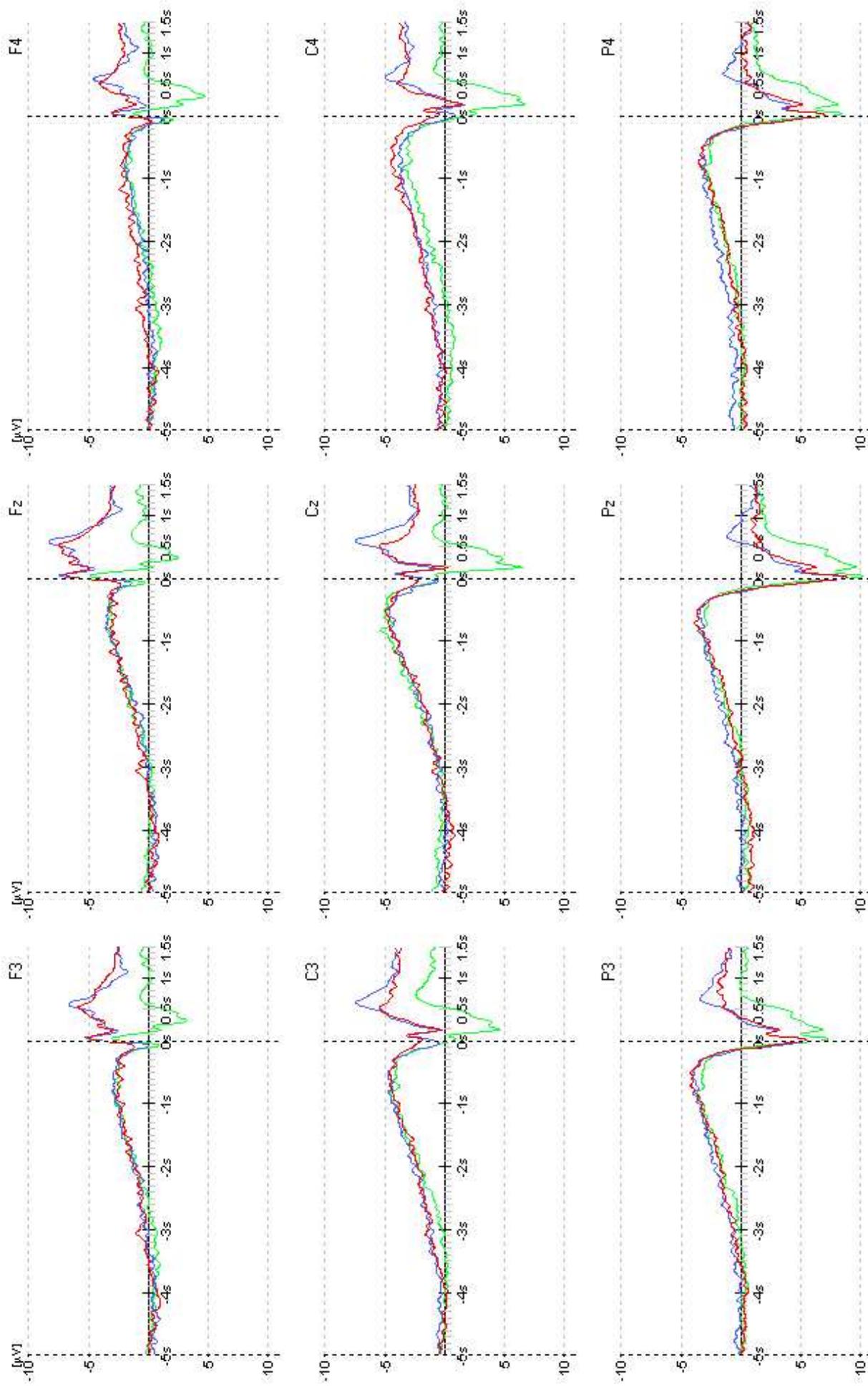


Abbildung 44-a: Grand Means um die Reaktion in den drei Aufgaben (1 x Taste, 4 x Taste, Tastenwechsel) für Introvertierte an den neun Elektrodenpositionen.

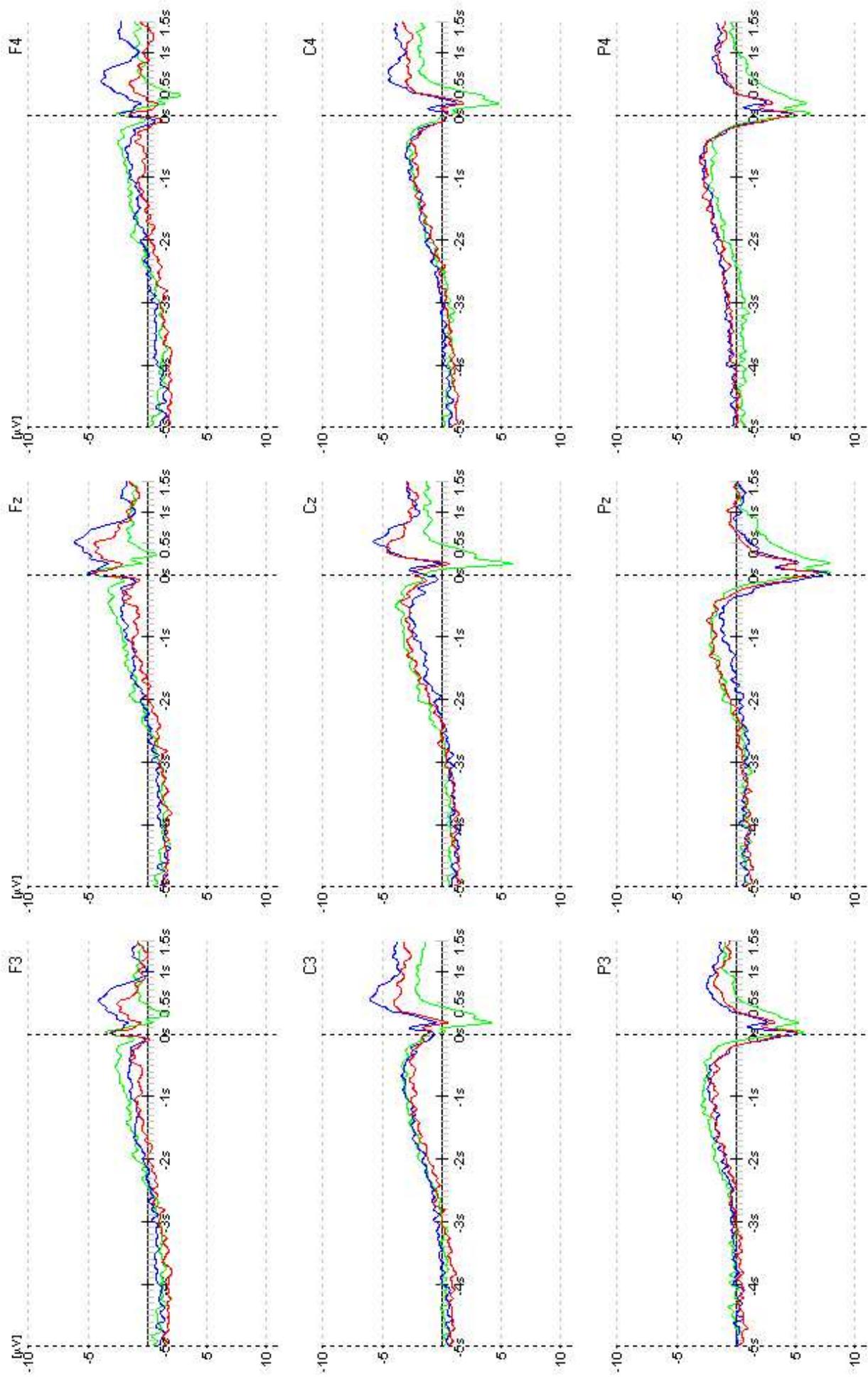


Abbildung 46-b: Grand Means um die Reaktion in den drei Aufgaben (1 x Taste, 4 x Taste, Tastenwechsel) für Ambivertierte an den neun Elektrodenpositionen.

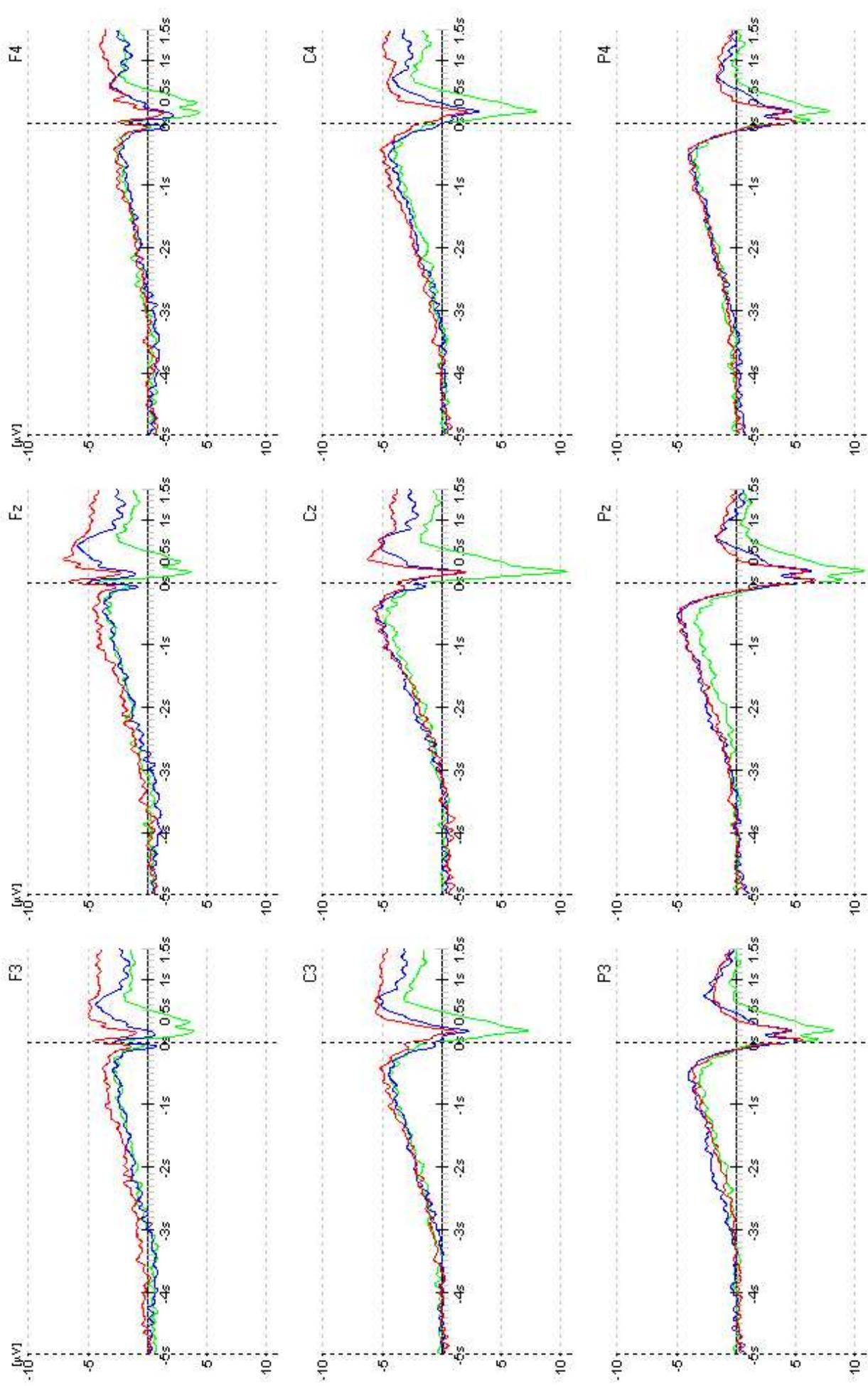


Abbildung 46-c: Grand Means um die Reaktion in den drei Aufgaben (1 x Taste, 4 x Taste, Tastenwechsel) für Extravertierte an den neun Elektrodenpositionen.

### 11. 2. 2. 1. PCA-Parametrisierung

Die reaktionssynchronisierten EKP von 5000 ms vor der Reaktion bis 1500 nach dem ersten Tastendruck wurden einer Hauptkomponentenanalyse mit anschließender Varimax-Rotation unterzogen. Extrahiert wurden dabei vier Faktoren, die insgesamt 83.21 % der Gesamtvarianz erklären. Die Ladungsverläufe der vier Faktoren über den betrachteten Zeitbereich sind in Abbildung 45 dargestellt.

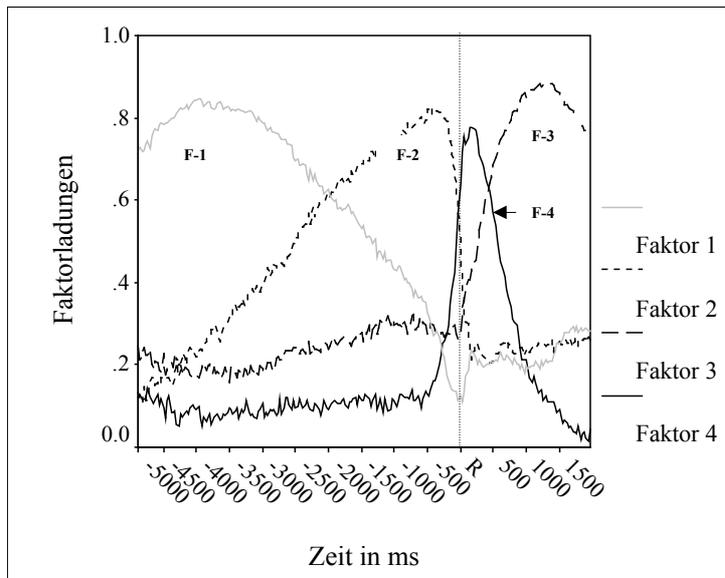


Abbildung 45:

Faktorladungen der vier Faktoren im Zeitbereich von 5000 ms vor bis 1500 ms nach der Reaktion (R; vertikale Linie).

Der varianzstärkste Faktor (F-1; grau durchgezogen) erreicht sein Ladungsmaximum von .84 etwa 4000 ms vor dem ersten Tastendruck, zeigt jedoch auch noch Ladungen zwischen .60 und .78 bis etwa 2000 ms vor der Reaktion. Der zweite Faktor (F-2; fein gestrichelt), der Aspekte der Reaktionsvorbereitung zu reflektieren scheint, zeigt Ladungen über .60 ab etwa 2000 ms vor der Reaktion und erreicht sein Maximum von .82 etwa 400 ms vor dem ersten Tastendruck. Der dritte Faktor (F-3; grob gestrichelt) zeigt während des gesamten Zeitbereiches vor der Reaktion konstant niedrige Ladungen. Zu einem steilen Anstieg der Ladungen kommt es erst exakt zum Zeitpunkt der beginnenden Bewegung. Sein Ladungsmaximum (.88) erreicht dieser Faktor etwa 1300 ms nach dem ersten Tastendruck. Möglicherweise indiziert dieser Faktor einen Prozess, bei dem es um die kortikale Steuerung der *Bewegungs-ausführung* geht. Der vierte Faktor (F-4; schwarz durchgezogen) beschreibt wiederum eine zeitlich eng umrissene Aktivierung. Seine Ladungen steigen erst etwa 500 ms vor dem ersten Tastendruck steil an, erreichen ihr Maximum (.70 - .75) direkt nach der ersten Reaktion und fallen dann nach etwa 500 ms genauso steil wieder ab. Dieser Faktor scheint die *Initiierung* der motorischen Reaktion widerzuspiegeln.

Besonders auffallend bei der Betrachtung dieser Faktoren ist der ausgesprochen sequentielle Charakter der Ladungsverläufe um die Reaktion herum. Die kortikalen Prozesse, deren Aktivität sich in den Faktoren widerspiegelt, scheinen einander während der Organisation und Ausführung der Bewegungen abzulösen.

### 11. 2. 2. 2. Averageamplituden

Als Parameter für die tCNV wurden in den letzten 2000 ms vor Beginn der Reaktion (d. h. vor dem ersten Tastendruck) vier Averageamplituden über Zeitfenster von jeweils 400 ms (Zeitbereich -1990 bis -400 ms vor R) sowie zwei Averageamplituden über jeweils 200 ms (Zeitbereich -390 ms bis R) berechnet.

Als EKP-Parameter im Zusammenhang mit der *Reaktionsausführung* wurden zusätzlich Averageamplituden nach begonnener Reaktion analysiert. Zwischen dem ersten Tastendruck (hier bei 0 ms) und 390 ms danach wurden vier Averageamplituden über jeweils 100 ms berechnet. Im Zeitbereich zwischen 400 und 990 ms nach dem ersten Tastendruck wurden weitere drei Averageamplituden über jeweils 200 ms berechnet.

Die zwei betrachteten Zeitbereiche (-2000 ms bis R; R bis 990 ms) wurden getrennt ausgewertet. Zunächst wurde jeweils eine ANOVA EXTRAVERSION (3) x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (3) x BLOCKHÄLFTE (2) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHÄRE (3) x ZEITFENSTER (n) mit Messwiederholung auf den letzten fünf Faktoren berechnet. Ergaben sich hier statistische Interaktionen mit dem Faktor ZEITFENSTER, wurden die einzelnen Averageamplituden einer Varianzanalyse EXTRAVERSION (3) x REAKTIONSKOMPLEXITÄT (3) x BLOCKHÄLFTE (2) x FRONTALITÄT (3) x HEMISPHÄRE (3) mit Messwiederholung auf den letzten vier Faktoren unterzogen. Die vollständigen Ergebnistabellen finden sich im Anhang B-21 bis B-33.

### Averageamplituden vor der Reaktion

Die Ergebnisse der Averageamplituden vor der Reaktion bei reaktionssynchronisierten Potentialen stimmen in weiten Teilen mit den Ergebnissen der tCNV bei reizsynchronisierten Daten überein. Lediglich die Topografie kurz vor der Reaktion stellt sich etwas anderes dar.

Die Overall-ANOVA EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT x HEMISPHÄRE x ZEITFENSTER ergab zunächst wieder einen starken Haupteffekt der Zeitfenster [ $F(5,320) = 30.85$ ;  $\epsilon = .32$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .27$ ]: Im Zeitbereich von -1990 bis -800 ms vor dem ersten Tastendruck steigt die Negativierung stetig an, um dann in den letzten 800 ms bis zum Reaktionsbeginn wieder steil abzufallen (Abbildung 46).

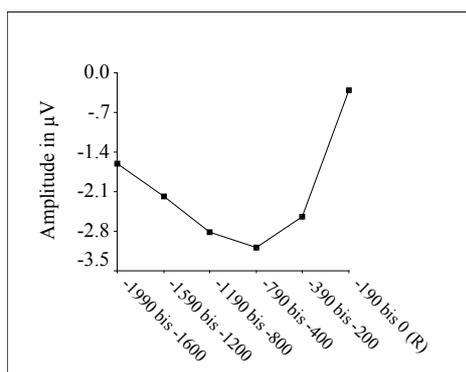


Abbildung 46: Mittlere Amplituden in den letzten 2000 ms vor Beginn der Reaktion.

Weiterhin ergab die Overall-ANOVA signifikante Haupteffekte der Faktoren FRONTALITÄT [ $F(2,128) = 16.83$ ;  $\varepsilon = .71$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .14$ ] und HEMISPHERE [ $F(2,128) = 5.73$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .04$ ] sowie die Interaktion beider Faktoren [ $F(4,256) = 9.13$ ;  $\varepsilon = .96$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .05$ ]. Diese Effekte werden zusätzlich durch den Faktor ZEITFENSTER moderiert (vgl. Tabelle 26).

*Tabelle 26:* F-Werte, Huynh-Feldt- $\varepsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für alle signifikanten Effekte in der Analyse EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT (Front) x HEMISPHERE (Hemis) x ZEITFENSTER im Zeitbereich von 1990 ms vor der Reaktion bis zum ersten Tastendruck (0 ms).

	df <sub>Effekt</sub>	df <sub>Fehler</sub>	$\varepsilon$	F	$p$	$\omega^2$
<b>Zeitfenster</b>	5	320	.32	30.85	< .01	<b>.27</b>
<b>Blockhälfte</b>	1	64	1.0	16.65	< .01	<b>.10</b>
<b>Frontalität</b>	2	128	.71	16.83	< .01	<b>.14</b>
<b>Hemisphäre</b>	2	128	1.0	5.73	< .01	<b>.04</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre</b>	4	256	.96	9.13	< .01	<b>.05</b>
<b>Blockhälfte x Zeitfenster</b>	5	320	.57	3.74	.01	<b>.02</b>
<b>Frontalität x Zeitfenster</b>	10	640	.18	44.14	< .01	<b>.26</b>
<b>Hemisphäre x Zeitfenster</b>	10	640	.31	7.76	< .01	<b>.05</b>
<b>Front x Hemis x Zeitfenster</b>	20	1280	.30	44.17	< .01	<b>.19</b>
<b>Reaktionskomplexität x Frontalität x Zeitfenster</b>	20	1280	.32	4.26	< .01	<b>.02</b>
<b>Reaktionskomplexität x Hemisphäre x Zeitfenster</b>	20	1280	.57	3.0	< .01	.01
<b>Reaktionskomplexität x Blockhälfte x Front x Zeit</b>	20	1280	.37	2.47	.02	< .01

Die Topografie-Effekte in den Varianzanalysen EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT x HEMISPHERE in den einzelnen Zeitfenstern sind in Tabelle 27 dargestellt.

In allen Zeitfenstern ergab sich ein signifikanter Haupteffekt FRONTALITÄT: Im Zeitbereich zwischen -1990 und -400 ms vor dem ersten Tastendruck zeigen die EKP eine relativ flache Skalpverteilung mit etwas niedrigeren Amplituden an frontalen im Vergleich zu zentralen und parietalen Elektroden. In den letzten 390 ms vor der Reaktion beginnt eine parietale Positivierung, was kurz vor der Reaktion zu einer klaren fronto-zentralen Topografie (vgl. Abbildung 47, links). Hier wird deutlich, dass der steile Amplitudenabfall kurz vor dem Einsetzen der Reaktion in erster Linie auf die Aktivität an parietalen Elektroden zurückzuführen ist.

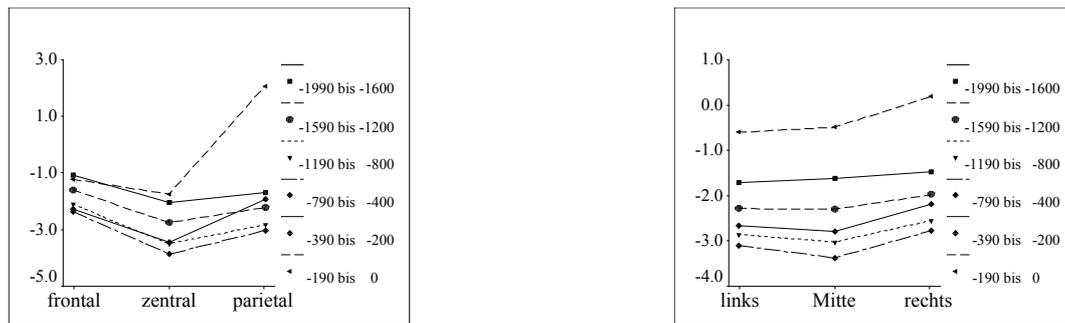


Abbildung 47. Mittlere Amplituden in den letzten 2000 ms vor dem ersten Tastendruck an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden (linke Abbildung) sowie an linken, mittleren und rechten Elektroden (rechte Abbildung).

Die signifikanten Haupteffekte HEMISPHERE in den einzelnen Zeitfenstern (vgl. Tabelle 27) gehen auf geringfügig niedrigere Amplituden über der rechten Hemisphäre zurück (vgl. Abbildung 47, rechts). Dieser Effekt entwickelt sich ab etwa -1600 ms und nimmt zur Reaktion hin zu. Er erreicht jedoch lediglich eine maximale Varianzaufklärung von 6%.

Tabelle 27: F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für die Haupteffekte FRONTALITÄT und HEMISPHERE sowie die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE in den Zeitfenstern zwischen 1990 ms vor der Reaktion bis zur Reaktion (0 ms).

	HE Frontalität df (2,128)				HE Hemisphäre df (2,128)				Frontalität x Hemisphäre df (4,256)			
	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$
- 1990 bis - 1600 ms	12.22	.75	< .01	<b>.10</b>	1.68	1.0	n. s.		3.66	1.0	< .01	<b>.02</b>
- 1590 bis - 1200 ms	15.90	.75	< .01	<b>.13</b>	3.76	1.0	.03	<b>.03</b>	3.84	.98	< .01	<b>.02</b>
- 1190 bis - 800 ms	19.73	.74	< .01	<b>.16</b>	5.19	1.0	< .01	<b>.04</b>	4.01	.99	< .01	<b>.02</b>
- 790 bis - 400 ms	20.97	.73	< .01	<b>.17</b>	7.53	1.0	< .01	<b>.06</b>	4.57	.99	< .01	<b>.02</b>
- 390 bis - 200 ms	12.53	.66	< .01	<b>.10</b>	6.87	.98	< .01	<b>.06</b>	10.38	.94	< .01	<b>.06</b>
- 190 bis 0 ms	37.68	.66	< .01	<b>.27</b>	7.37	.99	< .01	<b>.06</b>	34.30	.93	< .01	<b>.18</b>

Die Betrachtung der Interaktionen FRONTALITÄT x HEMISPHERE in den Einzelanalysen der Zeitfenster zeigt, dass die Interaktion FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER in der Overall-ANOVA vor allem durch Effekte in den letzten 400 ms vor beginnender Reaktion zustande kommt (vgl. Abbildung 48).

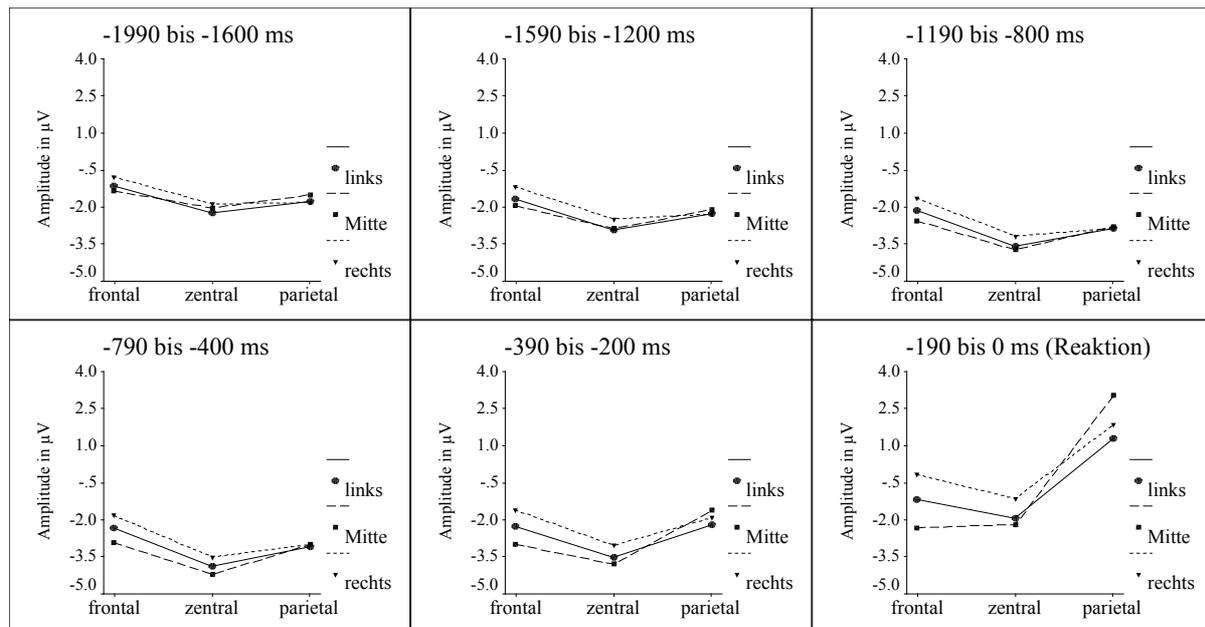


Abbildung 48: Mittlere Amplituden an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden über den Hemisphären und entlang der Mittellinie in den sechs Zeitfenstern zwischen -1990 ms und dem ersten Tastendruck.

Während diese Interaktion in den ersten vier Zeitfenstern lediglich eine Stärke von 2% erreicht (vgl. Tabelle 27), bildet sich ab etwa 400 ms vor der Reaktion ein Effekt heraus, der kurz vor der Reaktion immerhin 18% systematischer Varianz erklärt: An frontalen und zentralen Elektroden sind die Amplituden über der rechten Hemisphäre negativer als links oder in der Mitte [rechts > (Mitte = links)]. An parietalen Elektroden findet man dagegen zur gleichen Zeit rechts und in der Mitte größere positive Amplituden als auf der linken Seite.

Die Komplexität der vorzubereitenden Bewegung hat auch bei reaktionsbezogener Mittelung keinen Einfluss auf die Negativierung vor Reaktionsbeginn (HE REAKTIONSKOMPLEXITÄT:  $F(2,128) = .08$ ). Der einzige Effekt der Reaktionskomplexität besteht in einer signifikanten Interaktion REAKTIONSKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT x ZEITFENSTER [ $F(20,1280) = 4.26$ ;  $\epsilon = .32$ ;  $p < .01$ ;  $\omega^2 = .02$ ] in der Overall-ANOVA. In den Analysen der einzelnen Average-Amplituden wurde die Interaktion REAKTIONSKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT jedoch in keinem Zeitfenster statistisch bedeutsam und nähert sich nur in den letzten 200 ms der Signifikanzgrenze ( $p = .06$ ;  $\omega^2 = .01$ ). Zwar zeigt sich hier deskriptiv, wie erwartet, an zentralen Elektroden ein Amplitudenmaximum in der schwierigsten motorischen Aufgabe (*Tastenwechsel*), der Effekt ist jedoch so klein, dass er nicht sinnvoll interpretiert werden kann.

Auch bei reaktionsbezogener Mittelung nehmen die EKP-Amplituden vor der Reaktion in allen drei Aufgaben mit zunehmender Versuchsdauer signifikant ab [HE BLOCKHÄLFTE:  $F(1,64) = 16.65$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .10$ ]. Die Interaktion BLOCKHÄLFTE x ZEITFENSTER [ $F(5,320) = 3.74$ ;  $\epsilon = .57$ ;  $p = .01$ ;  $\omega^2 = .02$ ] zeigt, dass sich der Einfluss der Blockhälften vor allem im Zeitbereich der ansteigenden Negativierung niederschlägt (vgl. Abbildung 49) und dann zur Reaktion hin wieder kleiner wird. Das bestätigen auch die Einzelanalysen in den verschiede-

nen Zeitfenstern (HE BLOCKHÄLFTE:  $\omega^2_{-1990}=.13$ ;  $\omega^2_{-1590}=.15$ ;  $\omega^2_{-1190}=.11$ ;  $\omega^2_{-790}=.08$ ;  $\omega^2_{-390}=.05$ ;  $\omega^2_{-190}=.06$ ).

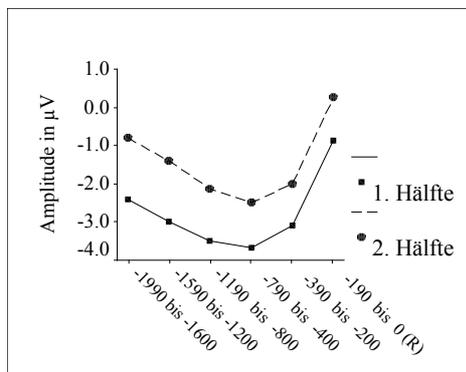


Abbildung 49: Mittlere Amplituden in den letzten 2000 ms vor dem ersten Tastendruck in der ersten und zweiten Blockhälfte.

Auch in den Analysen der reaktionssynchronisierten EKP ergaben sich in keinem der betrachteten Zeitfenster ein Haupteffekt EXTRAVERSION oder eine Interaktion der Persönlichkeitsgruppen mit irgendeinem anderen Faktor. Extravertierte und Introvertierte unterscheiden sich auch hier nicht in den reaktionsvorbereitenden Prozessen wie sie in der tCNV abgebildet sind.

### Averageamplituden nach der Reaktion

Im Folgenden werden die Ergebnisse der sieben Averageamplituden nach begonnener Reaktion dargestellt. Aus dem Brebner-Cooper-Modell lässt sich herleiten, dass die Ausführung komplexer Reaktionen bei Introvertierten zu reaktionsvermittelter S-Exzitation führt, während das interne Feedback bei Extravertierten einen Zustand der reaktionsvermittelten S-Inhibition hervorrufen soll. Dies sollte bei Introvertierten während der Bewegungssequenzen zu höherer kortikaler Negativität führen als bei Extravertierten.

Um die Ergebnisse richtig interpretieren zu können, muss man sich vor Augen halten, dass die Variation der Reaktionskomplexität an dieser Stelle mit der Reaktionsdauer konfundiert ist. In der leichtesten Bedingung (*einfacher Tastendruck*) ist die geforderte motorische Reaktion nach einem einfachen Tastendruck beendet. In den anderen beiden Bedingungen (*vierfacher Tastendruck* und *Tastenwechsel*) wird dagegen eine Sequenz von jeweils vier Bewegungen ausgeführt, was die Reaktionsdauer natürlich verlängert.

Die Overall-ANOVA EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT x HEMISPHERE x ZEITFENSTER ergab auch hier einen starken Haupteffekt der Zeitfenster [ $F(6,384) = 35.44$ ;  $\varepsilon = .41$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .31$ ]: Positive Amplituden am Anfang des Intervalls werden nach etwa 200 ms von einer deutlichen Negativierung gefolgt (vgl. Abbildung 44). Weiterhin ergab sich ein signifikanter Haupteffekte der Reaktionskomplexität [ $F(2,128) = 27.27$ ;  $\varepsilon = .93$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .21$ ]: In der Bedingung *einfacher*

**Tastendruck** bewegen sich die EKP nach der Reaktion im positiven Bereich, während die Bedingungen **vierfacher Tastendruck** und **Tastenwechsel** von kortikaler Negativität begleitet sind.

Tabelle 28: F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für alle signifikanten Effekte in der Analyse EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT (Front) x HEMISPHERE (Hemis) x ZEITFENSTER (Zeit) im Zeitbereich vom ersten Tastendruck bis 1000 ms danach.

	df <sub>Effekt</sub>	df <sub>Fehler</sub>	$\epsilon$	F	$p$	$\omega^2$
<b>Zeitfenster</b>	6	384	.41	35.44	< .01	<b>.31</b>
<b>Reaktionskomplexität</b>	2	128	.93	27.27	< .01	<b>.21</b>
<b>Blockhälfte</b>	1	64	1.0	38.38	< .01	<b>.22</b>
<b>Frontalität</b>	2	128	.81	75.67	< .01	<b>.43</b>
<b>Hemisphäre</b>	2	128	1.0	12.49	< .01	<b>.10</b>
<b>Frontalität x Hemisphäre</b>	4	256	.94	37.91	< .01	<b>.20</b>
<b>Frontalität x Zeitfenster</b>	12	768	.28	60.23	< .01	<b>.34</b>
<b>Hemisphäre x Zeitfenster</b>	12	768	.48	16.24	< .01	<b>.12</b>
<b>Reaktionskomplexität x Zeitfenster</b>	12	768	.41	19.76	< .01	<b>.14</b>
<b>Blockhälfte x Zeitfenster</b>	6	384	.49	3.15	.03	.01
<b>Reaktionskomplexität x Frontalität</b>	4	256	.74	6.58	< .01	<b>.04</b>
<b>Reaktionskomplexität x Hemisphäre</b>	4	256	1.0	7.56	< .01	<b>.04</b>
<b>Reaktionskomplexität x Frontalität x Hemisphäre</b>	8	512	.87	2.57	.01	< .01
<b>Frontalität x Hemisphäre x Zeitfenster</b>	24	1536	.33	35.82	< .01	<b>.17</b>
<b>Reaktionskomplexität x Frontalität x Zeitfenster</b>	24	1536	.22	8.56	< .01	<b>.04</b>
<b>Reaktionskomplexität x Hemisphäre x Zeitfenster</b>	24	1536	.48	8.74	< .01	<b>.04</b>
<b>Blockhälfte x Frontalität x Zeitfenster</b>	12	768	.45	3.62	< .01	.01
<b>Blockhälfte x Hemisphäre x Zeitfenster</b>	12	768	.53	3.02	< .01	< .01
<b>Reaktionskomplexität x Front x Hemis x Zeit</b>	48	3072	.17	5.65	< .01	.01
<b>Extraversion x Blockhälfte x Hemis x Zeitfenster</b>	24	768	.61	1.96	.02	< .01
<b>Extra x Reaktionskomplexität x Blockhälfte x Zeit</b>	24	768	.54	1.81	.04	< .01

Diese beiden Effekte werden durch eine signifikante Interaktion REAKTIONSKOMPLEXITÄT x ZEITFENSTER ( $\omega^2 = .14$ ; vgl. Tabelle 28) differenziert. Hier zeigt sich, dass die Beendigung der Reaktion in der Bedingung **einfacher Tastendruck** eine Positivierung auslöst, die nach etwa 500 ms auf Null zurückschwingt. In den beiden komplexeren Aufgaben fehlt diese Positivierung nach dem ersten Tastendruck fast vollständig, die Ausführung der Bewegungs-

sequenz löst dagegen in beiden Bedingungen gleichermaßen eine Negativierung aus, die im Zeitbereich zwischen 600 und 790 ms ihr Maximum erreicht (vgl. Abbildung 50).

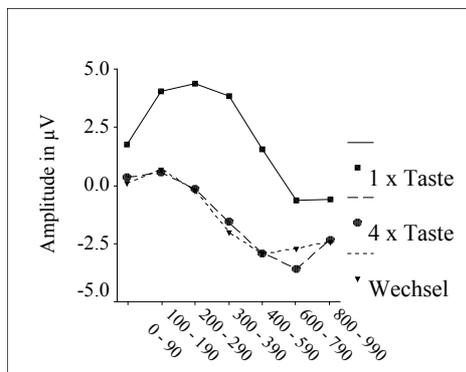


Abbildung 50: Mittlere Amplituden in den drei Aufgaben im Zeitbereich vom ersten Tastendruck (0 ms) bis 1000 ms danach.

Die Effekte der Reaktionskomplexität in den Varianzanalysen EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT x BLOCKHÄLFTE x FRONTALITÄT x HEMISPHERE in den einzelnen Zeitfenstern sind in Tabelle 29 dargestellt.

Tabelle 29: F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für die Haupteffekte REAKTIONSKOMPLEXITÄT und BLOCKHÄLFTE in den Zeitfenstern zwischen dem ersten Tastendruck und 1000 ms danach.

	HE Reaktionskomplexität df (2,128)				HE Blockhälfte df (1,64)			
	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>0 bis 90 ms</b>	5.39	.99	< .01	<b>.04</b>	21.60	1.0	< .01	<b>.13</b>
<b>100 bis 190 ms</b>	26.13	.95	< .01	<b>.20</b>	40.55	1.0	< .01	<b>.23</b>
<b>200 bis 290 ms</b>	44.87	1.0	< .01	<b>.30</b>	29.14	1.0	< .01	<b>.17</b>
<b>300 bis 390 ms</b>	56.53	.95	< .01	<b>.36</b>	31.02	1.0	< .01	<b>.18</b>
<b>400 bis 590 ms</b>	36.05	.96	< .01	<b>.26</b>	46.57	1.0	< .01	<b>.25</b>
<b>600 bis 790 ms</b>	11.32	.84	< .01	<b>.09</b>	36.83	1.0	< .01	<b>.21</b>
<b>800 bis 990 ms</b>	4.74	.91	.01	<b>.04</b>	34.45	1.0	< .01	<b>.20</b>

Ein statistisch bedeutsamer Haupteffekt BLOCKHÄLFTE [ $F(1,64) = 38.38$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .22$ ] zeigt, dass auch die kortikalen Reaktionen während und nach der Bewegungsausführung einer Habituation unterliegen: In allen Aufgaben sind die Amplituden der zweiten Blockhälfte im Vergleich zur ersten Blockhälfte deutlich reduziert. Zwar interagiert der Haupteffekt der Blockhälften mit dem Faktor ZEITFENSTER, diese Interaktion klärt jedoch lediglich 1% systematischer Varianz (vgl. Tabelle 28), so dass man davon ausgehen kann, dass der Effekt der Blockhälften in allen betrachteten Zeitfenstern hinreichend parallel verläuft.

Weiterhin finden sich nach bzw. während der motorischen Reaktionen starke topografische Effekte. Die Overall-ANOVA ergab signifikante Haupteffekte **FRONTALITÄT** [ $F(2,128) = 75.67$ ;  $\omega^2 = .43$ ; (frontal = zentral) > parietal)] und **HEMISPHERE** [ $F(2,128) = 12.49$ ;  $\omega^2 = .10$ ; (links = Mitte) > rechts)] sowie eine statistisch bedeutsame Interaktion beider Faktoren [ $F(4,256) = 37.91$ ;  $\omega^2 = .20$ ]. Diese Effekte interagieren mit dem Faktor **ZEITFENSTER** (vgl. Tabelle 28).

Die Varianzanalysen in den einzelnen Zeitfenstern ergaben starke Frontalitätseffekte in allen Zeitfenstern (vgl. Tabelle 30). Am größten ist dieser Effekt direkt nach dem ersten Tastendruck ( $\omega^2 = .62$ ). Es zeigt sich eine steile Skalpverteilung mit maximalen Amplituden an frontalen Elektroden (frontal > zentral > parietal). Im Laufe des hier betrachteten Zeitbereiches verflacht sich die Topografie dann hin zu einer fronto-zentralen Verteilung, die am Ende des Intervalls aber immer noch 18% systematischer Varianz erklärt.

*Tabelle 30:* F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für die Haupteffekte **FRONTALITÄT** und **HEMISPHERE** sowie die Interaktion **FRONTALITÄT x HEMISPHERE** in den Zeitfenstern zwischen dem ersten Tastendruck (0 ms) und 1000 ms danach.

	<b>HE Frontalität</b> df (2,128)				<b>HE Hemisphere</b> df (2,128)				<b>Frontalität x Hemisphere</b> df (4,256)			
	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$P$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$
<b>0 bis 90 ms</b>	162.5	.78	< .01	<b>.62</b>	12.36	1.0	< .01	<b>.10</b>	59.66	.93	< .01	<b>.28</b>
<b>100 bis 190 ms</b>	55.12	.79	< .01	<b>.35</b>	8.17	.99	< .01	<b>.07</b>	45.17	.95	< .01	<b>.23</b>
<b>200 bis 290 ms</b>	70.67	.78	< .01	<b>.41</b>	20.63	1.0	< .01	<b>.16</b>	47.84	.94	< .01	<b>.24</b>
<b>300 bis 390 ms</b>	42.06	.77	< .01	<b>.29</b>	18.94	1.0	< .01	<b>.15</b>	37.83	.93	< .01	<b>.20</b>
<b>400 bis 590 ms</b>	57.34	.81	< .01	<b>.36</b>	14.26	1.0	< .01	<b>.12</b>	31.13	.92	< .01	<b>.17</b>
<b>600 bis 790 ms</b>	39.87	.79	< .01	<b>.28</b>	8.89	1.0	< .01	<b>.07</b>	20.99	.91	< .01	<b>.12</b>
<b>800 bis 990 ms</b>	22.63	.75	< .01	<b>.18</b>	7.37	1.0	< .01	<b>.06</b>	14.36	.90	< .01	<b>.08</b>

Auch der Haupteffekt **HEMISPHERE** und die Interaktion **FRONTALITÄT x HEMISPHERE** wurden in allen Einzelanalysen statistisch bedeutsam. Die Interaktion ist in den ersten 600 ms nach dem ersten Tastendruck besonders groß (vgl. Tabelle 30). In den ersten 100 ms zeigt sich frontal und zentral eine schnelle Negativierung mit Maximum an Fz und Cz. Zur gleichen Zeit findet man parietal eine Positivierung, die ebenfalls in der Mitte am größten ist. Dieser Frontalitätseffekt wird in den folgenden Zeitfenstern immer kleiner. Während dabei an frontalen Elektroden das Amplitudenmaximum an Fz bestehen bleibt, verschwinden die Hemisphärenunterschiede an zentralen und parietalen Elektroden (vgl. Abbildung 51). Ab etwa 400 ms verflacht sich die Topografie zunehmend in alle Richtungen. Leicht negative Amplituden

bleiben frontal und zentral bestehen, während an parietalen Elektroden Amplituden um Null zu finden sind.

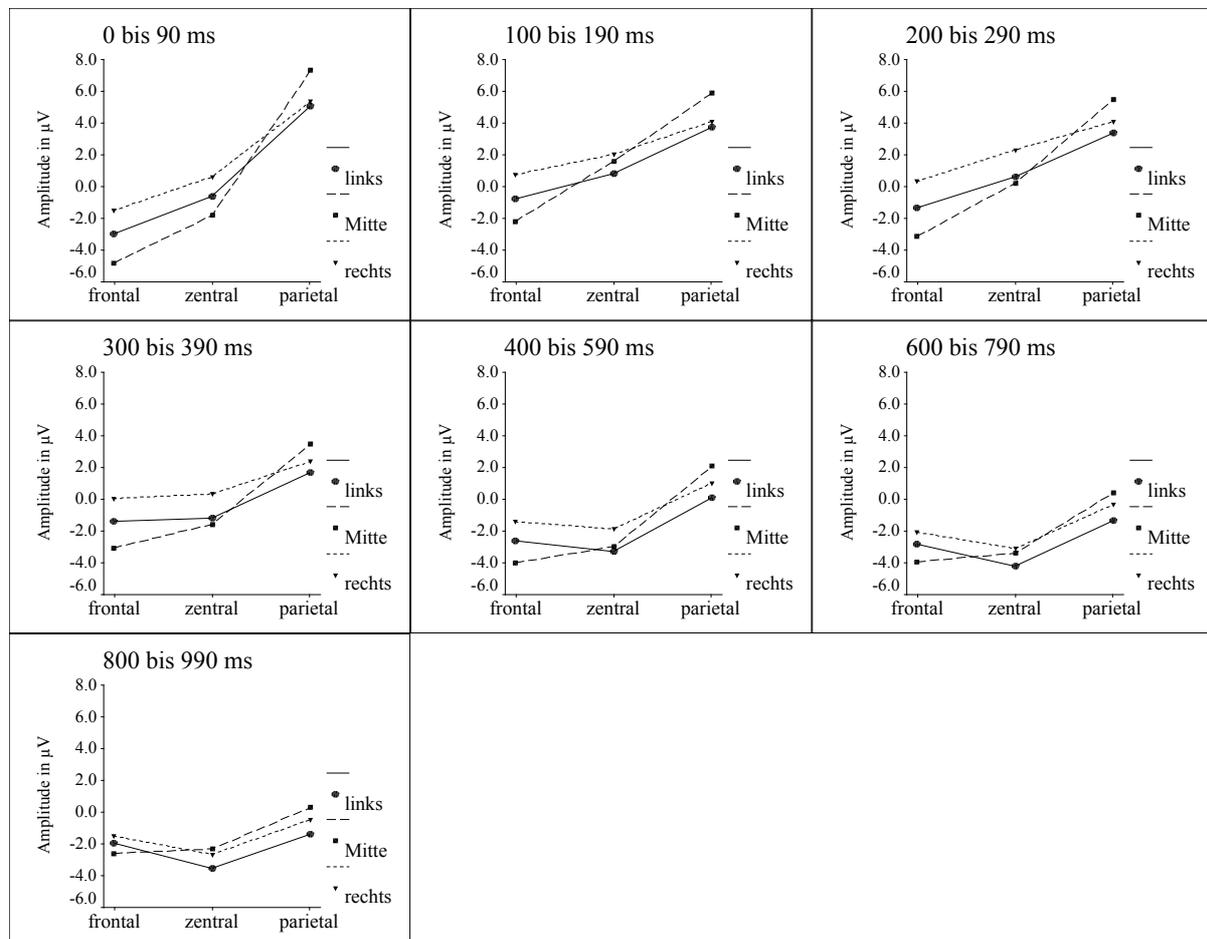


Abbildung 51: Skalpvverteilung der mittleren Amplituden in den Zeitfenstern zwischen dem ersten Tastendruck (0 ms) und 1000 ms danach.

Weiterhin ergaben sich in der Overall-Analyse statistisch bedeutsame Wechselwirkungen zwischen den beiden Topografie-Faktoren und der Reaktionskomplexität [REAKTIONSKOMPLEXITÄT x FRONTALITÄT:  $F(4,256) = 6.58$ ;  $\varepsilon = .74$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .04$ ; REAKTIONSKOMPLEXITÄT x HEMISPHERE:  $F(4,256) = 7.56$ ;  $p < .001$ ;  $\omega^2 = .04$  ], die beide wiederum durch den Faktor ZEITFENSTER moderiert werden (vgl. Tabelle 28). Die Varianzanalysen der einzelnen Averageamplituden zeigen, dass die Wechselwirkung zwischen FRONTALITÄT und der Komplexität der motorischen Reaktion nur im Zeitbereich von 0 bis 590 ms substantiell ist (vgl. Tabelle 31), die Interaktion der Aufgaben mit HEMISPHERE nur im Zeitbereich 100 – 790 ms.

Tabelle 31: F-Werte, Huynh-Feldt- $\epsilon$ , korrigierte empirische Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) und das Effektstärkenmaß  $\omega^2$  für die Interaktionen des Faktors REAKTIONSKOMPLEXITÄT mit den Faktoren FRONTALITÄT und HEMISPHÄRE in den Zeitfenstern vom ersten Tastendruck (0 ms) bis 1000 ms danach.

	Reaktionskomplexität x Frontalität df (4,256)				Reaktionskomplexität x Hemisphäre df (4,256)				Reaktionskomplexität x Frontalität x Hemisphäre df (8,512)			
	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$	F	$\epsilon$	$p$	$\omega^2$
0 bis 90 ms	3.70	.68	.02	.02	1.62	1.0	n. s.		1.17	.91	n. s.	
100 bis 190 ms	12.11	.80	< .01	.07	9.90	1.0	< .01	.06	3.03	.92	< .01	< .01
200 bis 290 ms	16.40	.76	< .01	.09	14.37	1.0	< .01	.08	5.69	.95	< .01	.02
300 bis 390 ms	16.71	.70	< .01	.10	13.54	1.0	< .01	.08	5.16	.92	< .01	.02
400 bis 590 ms	7.88	.67	< .01	.04	10.52	.99	< .01	.06	3.40	.83	< .01	.01
600 bis 790 ms	.55	.60	n. s.		3.94	1.0	.98	.02	1.85	.81	n. s.	
800 bis 990 ms	0.99	.60	n. s.		1.13	.88	n. s.		.98	.74	n. s.	

Zunächst fällt ins Auge, dass sich die Skalpverteilungen der Aufgaben **vierfacher Tastendruck** und **Tastenwechsel** in keinem Zeitfenster voneinander unterscheiden (vgl. Abbildung 52 & 53). Die andauernden Bewegungssequenzen führen zu einer fronto-zentralen Negativierung, die rechts etwas schwächer ausgeprägt ist, und parietal von einer Positivierung begleitet wird. Die Topografie in der Bedingung **einfacher Tastendruck** wird dagegen von einer andauernden Positivierung bestimmt, die zentro-parietal maximal ist und nach vorne hin kleiner wird. Nach etwa 600 ms gleichen sich die Topografien der drei Aufgaben einander an, Topografie-Unterschiede verschwinden.

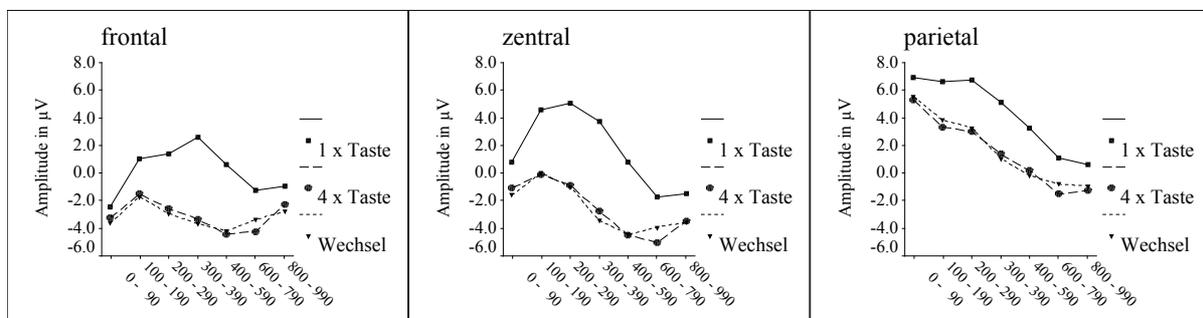


Abbildung 52: Mittlere Amplituden in den drei Aufgaben an frontalen, zentralen und parietalen Elektroden im Zeitbereich vom ersten Tastendruck bis 1000 ms danach.

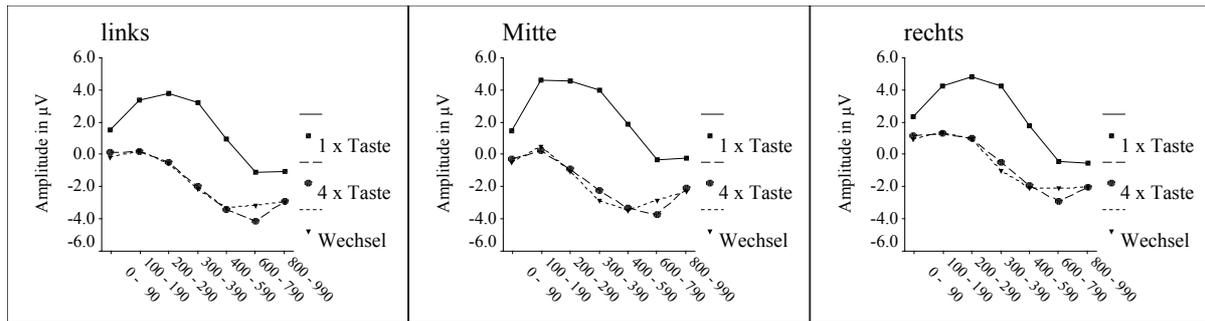


Abbildung 53: Mittlere Amplituden in den drei Aufgaben an linken und rechten sowie Elektroden entlang der Mittellinie im Zeitbereich vom ersten Tastendruck bis 1000 ms danach.

Auf die verbleibenden statistisch bedeutsamen Interaktionen der Overall-ANOVA (vgl. Tabelle 28) wird hier nicht eingegangen. Zum einen sind die Effekte sehr klein ( $\omega^2 < .01$ ), zum anderen finden sich die entsprechenden untergeordneten Effekte in keiner der Einzelanalysen wieder. Daher werden diese Interaktionen nicht als inhaltlich bedeutsam erachtet.

### 11.3. Diskussion

In dieser zweiten Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, ob sich das Konzept der Reaktionsorganisation aus dem Brebner-Cooper-Modell auf elektro-kortikaler Ebene in der tCNV-Komponente im ereigniskorrelierten Potential abbilden lässt. Es sollte geprüft werden, ob sich eine Variation der Anforderungen an die Reaktionsorganisation differentiell auf die tCNV Extravertierter im Vergleich zu Introvertierten auswirkt. Um eine Konfundierung der theoretischen Modell-Konzepte auszuschließen, wurde die notwendige Reizanalyse im S1-S2-Paradigma minimal und konstant gehalten. Variiert wurden lediglich die Menge und Schwierigkeit motorischer Reaktionen auf den S2. Es wurde davon ausgegangen, dass komplexere Reaktionen zu einem höheren Maß an Reaktionsorganisation führen. Allgemein sollte sich dies in einer Erhöhung der Amplitude der tCNV niederschlagen. Im Brebner-Cooper-Modell wird davon ausgegangen, dass ein hohes Maß an Reaktionsorganisation bei Introvertierten zu R-Inhibition, bei Extravertierten dagegen zu R-Exzitation führt. Dementsprechend wurde vorhergesagt, dass sich zunehmende Reaktionskomplexität bei Introvertierten in einer Reduzierung, bei Extravertierten dagegen in einer Erhöhung der tCNV-Amplituden niederschlägt.

Die Entscheidung, den S2 in der vorliegenden Untersuchung nicht mit Informationen bezüglich der geforderten Reaktion auszustatten, hatte zum Ziel, die bewegungsvorbereitenden Aspekte der tCNV in möglichst reiner Form zu beobachten und erwartungsbezogene funktionale Aspekte zu minimieren (vgl. Abschnitt 5. 6.). Bei nicht-informationshaltigem S2 und reaktionssynchronisierter Mittelung sollte die tCNV dem Bereitschaftspotential bei Willkürbewegungen entsprechen (Deecke et al., 1984; Kornhuber & Deecke, 1965) und lediglich die kortikale Vorbereitung zur Initiierung der motorischen Reaktion indizieren. Dieser motorische Aspekt der tCNV sollte zur Operationalisierung des Konzeptes der Reaktionsorganisation genutzt werden. Dies scheint gut gelungen zu sein.

Dafür spricht nicht nur die topografische Verteilung der tCNV bei reizsynchronisierten EKP und die Ähnlichkeit der statistischen Ergebnisse bei reiz- und reaktionssynchronisierten Daten. Noch weit überzeugender kann dies durch die Betrachtung der *Grand Means* der reaktionssynchronisierten EKP um die Reaktion illustriert werden (vgl. S. 142). Sie zeigen nämlich einen Verlauf, der als geradezu typisch für das Bereitschaftspotential angesehen werden kann (vgl. Rockstroh et al., 1989): Dem rampenförmigen Anstieg folgt etwa 90 ms vor der Bewegung eine Positivierung mit zentro-parietalem Maximum, die sogenannte *premotion positivity* (PMP). Diese PMP scheint den Abruf eines Motorprogramms zu reflektieren. Der Beginn der Bewegung führt zu einer Negativierung mit fronto-zentralem Maximum, die die Aktivierung motorischer Areale im präzentralen Kortex indiziert. Die begonnene Bewegung ruft schließlich einen N1-N2-Komplex hervor, der von einer zentro-parietalen Positivierung überlappt wird, die mit der Beendigung der Bewegung einhergeht. In den komplexeren Bewegungsabfolgen (*vierfacher Tastendruck* und *Tastenwechsel*) schließt sich nun noch eine fronto-zentrale Negativierung an, die wahrscheinlich die kortikale Kontrolle der Bewegungs-

ausführung darstellt. Diese Komponentenabfolge ist auch in den Ladungsverläufen der PCA bei reaktionssynchronisierten EKP deutlich zu sehen (vgl. Abbildung 45).

Das überraschendste Ergebnis dieser Untersuchung besteht darin, dass sich die hier implementierte Variation der Reaktionskomplexität in keiner Weise auf die Amplitude der zentral maximalen tCNV ausgewirkt hat. Da in anderen Studien (Prescott, 1986; Gaillard & Perdok, 1980) gefunden wurde, dass sich die Variation von Reaktionsparametern vor allem bei reaktionssynchronisierten EKP zeigte, wurden in der vorliegenden Untersuchung sowohl die reiz- als auch die reaktionssynchronisierten EKP analysiert. Die verschiedenen statistischen Auswertungen ergaben jedoch in den Zeitbereichen vor dem S2 bzw. vor der Reaktion vergleichbare Ergebnisse: Die elektro-kortikale Aktivierung zur Vorbereitung der auszuführenden Reaktionen steht in keinem Zusammenhang mit der Menge der Bewegungen (eins vs. vier) oder mit der Komplexität der Bewegungsabfolge (mit vs. ohne Richtungs- bzw. Fingerwechsel).

Auch nach dem S2 ergeben sich nur bedingt „Komplexitätseffekte“. Zwar unterscheiden sich die kortikalen Reaktionen bei einfachem Tastendruck von denen bei Bewegungsabfolgen, dieser Effekt scheint aber in erster Linie auf die Anzahl der ausgeführten Bewegungen und damit der Bewegungsdauer zurückzuführen zu sein. Beide Bewegungsabfolgen führen zu einer kortikaler Negativierung während der Ausführung, diese unterscheidet sich jedoch nicht, egal, ob die vier Bewegungen hintereinander mit demselben Finger oder mit zwei verschiedenen Fingern und Richtungswechsel ausgeführt werden.

Beide Ergebnisse stehen im Widerspruch zu der Untersuchung von Prescott (1986), denn dort ergaben sich bei reaktionsgemittelten EKP sowohl Effekte der „Anzahl der benutzten Finger“ als auch Effekte des Richtungswechsels (nicht aber der „Anzahl der Bewegungen“). Der Unterschied der vorliegenden Untersuchung zur Studie von Prescott besteht in erster Linie darin, dass bei Prescott komplexere Reaktionen immer aus drei Bewegungen (bzw. Finger) bestanden, wodurch die Aufgabe etwas schwieriger gewesen sein mag. Daher ist es möglich, dass der fehlende Komplexitätseffekt hier darauf zurückzuführen ist, dass die geforderten Bewegungen insgesamt alle zu leicht waren und so kaum Organisationsaufwand erforderten. Dies ist im Einklang mit den Verhaltensdaten: Zwar wird der einfache Tastendruck von den Vpn subjektiv leichter empfunden als die Bewegungsabfolge, jedoch wurden auch diese immer noch als leicht eingeschätzt (mittlere Schwierigkeiten > 2 auf einer 5-stufigen Skala). Ähnliches gilt für die Fehlerzahlen. Auch hier ergaben sich zwar in der Bewegungssequenz mit Richtungswechsel signifikant höhere Fehlerzahlen, die mittlere Fehlerzahl in dieser Bedingung liegt jedoch unter zwei, was bei 80 Trials verschwindend wenig ist. Weniger gut in dieses Bild passen die Ergebnisse der Reaktionszeiten. Hier ergab sich ein Effekt der Reaktionskomplexität, der zeigt, dass ein einfacher Tastendruck 30 - 40 ms schneller initiiert und ausgeführt wird als der erste Tastendruck einer komplexeren Bewegungsabfolge. Dies spricht dafür, dass eine komplexe Bewegung erst dann initiiert wird, wenn der Ablauf vollständig vorbereitet ist, und dies scheint länger zu dauern als die Vorbereitung eines einfachen Tasten-

druckes. Warum sich dieser Umstand auf kortikaler Ebene nicht in einer erhöhten Reaktionsorganisation und damit erhöhter kortikaler Negativität vor der Reaktion niederschlägt, bleibt hier unklar.

Ein weiteres Ergebnis mag allerdings in diesem Zusammenhang relevant sein. Die tCNV unterliegt einem starken Einfluss der Aufgabendauer bzw. Trialanzahl. Der Haupteffekt der Blockhälften zeigt, dass die tCNV-Amplitude in der zweiten Blockhälfte reduziert ist. Eine solche Abnahme kortikaler Aktivierung könnte sowohl durch Ermüdung als auch durch Übung (bzw. Habituation) zustande kommen. Die Verhaltensdaten zeigen aber, dass es sich hier wohl eher um einen Übungseffekt handelt, denn sowohl die Reaktionszeiten als auch die Bewegungszeiten nehmen in der zweiten Blockhälfte ab. Das bedeutet, dass die Bewegungen mit zunehmender Versuchsdauer schneller initiiert und die Bewegungsabfolgen auch schneller ausgeführt werden (um ca. 30 ms). Da diese Veränderungen in den Verhaltensmaßen mit einer Reduzierung kortikaler Negativität einhergehen, kann man davon ausgehen, dass die Verbesserungen nicht auf eine größere Anstrengung der Vpn zurückzuführen sind. Vielmehr scheint hier eine Art Automatisierung und damit Erleichterung der Bewegungsvorbereitung stattzufinden. Es wäre vorstellbar, dass eine solche Automatisierung auf eine Vereinfachung der zugrunde liegenden Motorprogramme zurückzuführen ist. Möglicherweise werden auf dieser Ebene einzelne Elemente der Bewegungsabfolgen zu größeren Einheiten zusammengefasst (ähnlich dem *chunking*-Prinzip in der Gedächtnispsychologie) und dadurch der Ablauf des Programms erleichtert. Findet eine solche Vereinfachung der Motorprogramme aufgrund der Einfachheit der Bewegungsabfolgen sehr schnell statt, so könnte dies unter Umständen erklären, warum die Variation der Reaktionskomplexität sich nicht in der tCNV widerspiegelt. Um zu prüfen, ob diese Spekulation den Daten gerecht wird, müsste man jeweils die ersten Trials der verschiedenen Bedingungen miteinander vergleichen, denn hier müssten Unterschiede im Zusammenhang mit der Reaktionskomplexität noch nachweisbar sein. Sollte sich diese Vermutung als richtig erweisen, wäre es sinnvoll, in zukünftigen Untersuchungen auf eine geblockte Anordnung der Komplexitätsstufen zu verzichten, um so eine mögliche Automatisierung komplexere Bewegungssequenzen zu verhindern oder den Prozess der Automatisierung zumindest zu reduzieren und zu verlangsamen.

Weder bei den reiz- noch bei den reaktionssynchronisierten EKP ergaben die statistischen Analysen im Zeitbereich der tCNV irgendwelche Effekte der Extraversionsausprägung der Vpn. Extravertierte und Introvertierte unterscheiden sich nicht in der kortikalen Vorbereitung der geforderten Bewegungen. Die Ermangelung des erwarteten Komplexitätseffektes macht die Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf das Brebner-Cooper-Modell jedoch schwierig. Zentral für die Prüfung der verfolgten Hypothese, dass sich eine Erhöhung der Reaktionsorganisation differentiell auf die tCNV Introvertierter und Extravertierter auswirkt, war die Annahme sich verändernder tCNV-Amplituden mit zunehmender Reaktionsorganisation. Da diese Variation in der vorliegenden Untersuchung nicht geglückt zu sein scheint, können die

Ergebnisse nicht herangezogen werden, um über die Gültigkeit des Brebner-Cooper-Modells auf elektro-kortikaler Ebene zu entscheiden.

Extraversionseffekte finden sich in dieser Untersuchung allerdings in den früheren, reizbezogenen Zeitbereichen des S1-S2-Intervalls.

Besonders auffällig ist der Extraversionseffekt auf die empirische Baseline vor S1. Extravertierte weisen eine negative Baseline von durchschnittlich  $-55 \mu\text{V}$  auf, während die Baseline Ambivertierter um  $-2 \mu\text{V}$ , die Introvertierter um  $-24 \mu\text{V}$  liegt. Generell fällt auf, dass die Baseline in dieser Untersuchung allgemein negativer ist als in der ersten Studie. Möglicherweise hängt dies damit zusammen, dass auf einen DC-Reset vor den Trials verzichtet wurde. Aufgrund der großen systematischen Unterschiede zwischen den Gruppen kann hier dennoch davon ausgegangen werden, dass die Prozedur der DC-Korrektur funktioniert hat und es sich bei diesem Baseline-Effekt nicht um ein Verstärkerartefakt handelt. Im Rahmen des Brebner-Cooper-Modells ließe sich der Extraversionseffekt dahingehend interpretieren, dass Extravertierte in dieser Untersuchung, in der es in erster Linie um die Ausführung verschiedener motorischer Reaktionen ging, in Erwartung hoher Reaktionsmöglichkeiten eine höhere situative Grunderregung (R-Exzitation) generieren. Aufgrund dieser starken Baseline-Negativierung Extravertierter wäre es durchaus denkbar, dass die Entwicklung der CNV bei Extravertierten im Sinne eines Deckeneffektes im S1-S2-Intervall nur reduziert aufgetreten ist (vgl. Abschnitt 8. 2. 7.) und sich deshalb keine Unterschiede auf der tCNV-Amplitude finden. Dagegen spricht allerdings, dass sich Extravertierte ab etwa 1200 ms nach S1 in keiner Weise von den anderen beiden Gruppen unterscheiden: In allen Gruppen pendeln sich die EKP in diesem Zeitbereich um Null ein, bevor die Entwicklung der tCNV beginnt. Dennoch kann ein möglicher Einfluss der stark negativen Baseline bei Extravertierten natürlich nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Interessant sind auch die Ergebnisse bezüglich der reizbezogenen, evaluativen Komponenten P3 und iCNV. In der vorliegenden Untersuchung wurden in allen Aufgaben die gleichen Reize dargeboten und mit der gleichen kognitiven Aufgabe belegt (einfache Formdiskrimination). Dementsprechend war nicht mit einem Unterschied in der P3 oder der iCNV zwischen den verschiedenen Bedingungen zu rechnen. Erwartungsgemäß zeigt sich weder für die Latenz noch für die Amplitude der P3 ein Effekt der Reaktionskomplexität. Dies bestätigt die gängige Sichtweise der P3 als einer rein reizgesteuerten Komponente (Kutas et al., 1977). Auch für die iCNV ergeben sich keine Unterschiede zwischen den drei Bedingungen. Auf beiden Komponenten zeigen sich jedoch Extraversionseffekte im Zusammenhang mit der Versuchsdauer.

Auf der P3-Latenz ergab sich ein Extraversionshaupteffekt: Bei Introvertierten wird die P3 schneller ausgelöst als in den anderen beiden Gruppen. Dies ließe sich im Sinne des Brebner-

Cooper-Modells als eine durch erhöhte S-Exzitation hervorgerufene Geschwindigkeitssteigerung der Reizanalyse verstehen. Da die Reizanalyse in dieser Untersuchung allerdings extrem einfach war, muss man sich auf theoretischer Ebene fragen, ob man hier dennoch von einem hohen Maß an S-Exzitation bei Introvertierten ausgehen kann. Dabei sollten auch die Befunde der ersten Untersuchung bedacht werden, wo zunehmende Reizanalyse keine Erhöhung der S-Exzitation bei Introvertierten zur Folge hatte.

Interessant ist hier aber vor allem die Wechselwirkung zwischen Extraversion und den Blockhälften. Hier zeigt sich nämlich, dass sich die hohe Trialanzahl bei Introvertierten und Extravertierten genau gegenläufig auswirkt. Bei Introvertierten wird die P3 in der zweiten Blockhälfte noch schneller ausgelöst, während es bei Extravertierten zu einer Verlangsamung der P3 kommt. Parallel dazu verändern sich auch die P3-Amplituden von der ersten zur zweiten Blockhälfte. Bei Introvertierten erhöhen sich die P3-Amplituden in der zweiten Blockhälfte, bei Extravertierten zeigt sich dagegen eine Amplitudenreduzierung. Bei Ambivertierten bleiben die P3-Amplituden und -Latenzen über die gesamte Aufgabenlänge stabil. Geht man davon aus, dass schwierigere Aufgaben zu einer Latenzverlängerung, aber Amplitudenreduzierung der P3 führen (Donchin, 1987), ließen sich die gegenläufigen Effekte bei Introvertierten und Extravertierten möglicherweise dahingehend interpretieren, dass Introvertierten die Reizdiskrimination mit zunehmender Übung leichter fällt. Extravertierten scheint die Aufgabe dagegen immer schwerer zu fallen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Situation für Extravertierte zu wenig Anregung (R-Exzitation) bieten, so dass es durch Monotonie zu Aufmerksamkeitseinbußen kommt.

Zu der Überlegung, dass die Eintönigkeit der Aufgabe zu einer Reduzierung kortikaler Reagibilität geführt hat, passt auch der Befund, dass sich die Aufgabendauer in weiten Teilen der EKP in einer Reduzierung kortikaler Negativität niedergeschlagen hat. Auch im Zeitbereich der fronto-zentralen iCNV ergab sich ein Haupteffekt der Blockhälften, der zeigt, dass das kortikale Erregungsniveau von der ersten zur zweiten Blockhälfte generell zurückgeht. Dies mag möglicherweise auch erklären, warum die mittlere Komponente (Faktor 2) der PCA im S1-S2-Intervall, die nach Lutzenberger (1981) vor allem mit individuellen Unterschieden durch wiederholte Darbietung und zunehmende Erfahrung zusammenhängt, in der vorliegenden Untersuchung stärker ausgeprägt ist als im ersten Experiment.

Für die iCNV-Amplitude gab es in diesem zweiten Experiment keine Hypothesen bezüglich extraversionsbezogener Unterschiede. Dennoch zeigt sich auch hier im Zeitbereich der iCNV (700-1200 ms) eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Extraversiongruppen und dem Einfluss der Blockhälften. Bei Introvertierten kommt es in der zweiten Blockhälfte zu einer deutlichen Reduzierung kortikaler Negativität, während dieser Effekt bei Extravertierten ausbleibt. Im Sinne des Brebner-Cooper-Modells ist dieser Effekt schwer zu interpretieren. Reizanalyse soll bei Introvertierten zu S-Exzitation und damit zu kortikaler Negativität füh-

ren. Auch wenn man davon ausgeht, dass die erforderliche Reizanalyse in dieser Untersuchung wenig anspruchsvoll war, wäre hier, wenn überhaupt mit differentiellen Effekten, so mit höheren iCNV-Amplituden bei Introvertierten zu rechnen gewesen. Der Rückgang der iCNV in der zweiten Blockhälfte könnte unter Umständen bedeuten, dass die Aufgabe für Introvertierte so wenig anregend war, dass S-Exzitation zurückgegangen ist. Im Licht der P3-Ergebnisse, die darauf hinweisen, dass es bei Introvertierten mit zunehmender Übung zu einer Erleichterung der Reizevaluation gekommen ist, wäre jedoch auch eine andere Interpretation denkbar. Möglicherweise entwickeln Introvertierte mit der Zeit Strategien, die es ihnen ermöglicht, die geforderte Formdiskrimination mit weniger kognitivem Aufwand zu erledigen. Der dadurch reduzierte Bedarf bzw. die reduzierte Nutzung kognitiver Ressourcen könnte ebenfalls für den Rückgang der iCNV verantwortlich sein.

Nach 1200 ms (bzw. nach dem Abschaltpotential) scheinen alle reizanalysierende Prozesse abgeschlossen zu sein. In den folgenden Zeitfenstern zeigen sich kaum noch topografische oder experimentelle Effekte und die EKP pendeln sich um Null herum ein, bis dann etwa 2000 ms vor S2 der Anstieg der tCNV beginnt.

Im Brebner-Cooper-Modell wird zusätzlich postuliert, dass es bei der Ausführung von Bewegungsabfolgen aufgrund von Feedback-Prozessen zu reaktionsvermittelten exzitatorischen oder inhibitorischen Einflüssen kommt. Daraus war in der vorliegenden Untersuchung die Hypothese abgeleitet worden, dass es bei Introvertierten bei komplexen Reaktionen nach der ersten Bewegung zu reaktionsvermittelter S-Exzitation kommen sollte. Dies sollte sich in erhöhter kortikaler Negativität und in einer Beschleunigung des Bewegungsablaufes niederschlagen. Für Extravertierte wurde dagegen vorhergesagt, dass die Ausführung der Bewegung zu reaktionsvermittelter S-Inhibition und damit zu reduzierter kortikaler Negativität und einer Verlangsamung der Bewegungsabfolge führt. Diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden. Weder in den Bewegungszeiten noch in den kortikalen Reaktionen nach Reaktionsbeginn zeigen sich differentielle Effekte im Zusammenhang mit Extraversion.

Ein Extraversionseffekt (EXTRAVERSION x REAKTIONSKOMPLEXITÄT) ergab sich lediglich bezüglich der Fehlerzahlen. Introvertierte machen bei der komplexen Bewegungsabfolge mit Richtungswechsel in der zweiten Blockhälfte deutlich mehr Fehler. Dies lässt sich zwar im Sinne erhöhter R-Inhibition bei der sequentiellen Ausführung mehrerer Bewegungen interpretieren. Es widerspricht aber der Annahme, dass Introvertierte aufkommende R-Inhibition bei komplexen Bewegungen durch reaktionsvermittelte S-Exzitation ausgleichen können.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Brebner-Cooper-Modell auch in dieser Untersuchung keine umfassende empirische Stützung erfahren hat. Ein wichtiger Befund liegt allerdings in der Beobachtung, dass extraversionsbezogene Unterschiede in verschiedenen abhängigen Maßen immer erst im Laufe der Zeit aufgetreten sind. Dies könnte darauf hinweisen, dass sich Extravertierte und Introvertierte vor allem darin unterscheiden, wie sie mit

Übung oder Ermüdung bei der Erledigung langer Aufgabenanforderungen umgehen. Möglicherweise ist die Zuwendung und Aufrechterhaltung von Aufmerksamkeit hier ein zentrales Konzept. Für zukünftige Untersuchungen bedeutet das, dass eine entsprechend hohe Trialzahl bzw. Versuchsdauer notwendig ist, um mögliche Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten abzubilden. Auf diesen Umstand haben Brebner und Cooper schon früher hingewiesen (Brebner & Cooper, 1974).

## 12. Abschließende Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde der Frage nachgegangen, ob sich das Extraversionsmodell von Brebner und Cooper (1974) eignet, um Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten auf elektro-kortikaler Ebene vorherzusagen.

In der Extraversionsforschung wird seit Jahrzehnten versucht, das Extraversionskonzept biologisch zu untermauern. Dabei geht es in erster Linie darum, die physiologischen Prozesse und/oder neuroanatomischen Strukturen zu spezifizieren, die den beobachtbaren Verhaltensunterschieden zwischen Extravertierten und Introvertierten zugrunde liegen. Als zentrales Erklärungskonzept der Extraversion wird die physiologische und hier vor allem die kortikale Erregung (*Arousal*) bzw. Erregbarkeit (*Arousability*) herangezogen. Eine Reihe biologisch orientierter Extraversionstheorien (Brebner & Cooper, 1985; Eysenck, 1957, 1967; Gray, 1970) postulieren verschiedene Mechanismen und Bedingungen, durch die kortikale Erregung zu unterschiedlichem Verhalten in der Interaktion mit der situationalen Umwelt führt. Allerdings ist es bisher nicht gelungen, psychophysiologische Maße zu identifizieren, in denen sich die angenommenen, aus den verschiedenen Extraversionstheorien abgeleiteten Unterschiede stabil abbilden lassen. Die empirischen Befunde zum Zusammenhang zwischen Extraversion und kortikalem Arousal sind ebenso vielfältig wie widersprüchlich. Eine Reihe, in erster Linie methodischer Probleme können hierfür verantwortlich gemacht werden.

Bei der Untersuchung persönlichkeitsbezogener Unterschiede in psychophysiologischen Maßen ist mit kleinen Effekten zu rechnen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die menschliche Physiologie ein ausgesprochen komplexes Geschehen ist, und daher alle psychophysiologischen Maße stets von einer Vielzahl von Einflussfaktoren bestimmt werden. Der Anteil systematischer Varianz, der auf Persönlichkeitsunterschiede zurückzuführen ist, kann daher in den meisten Fällen nur relativ gering sein. Ein wichtiger Punkt ist daher die sorgfältige Zusammenstellung der untersuchten Stichproben. Das weit verbreitete Vorgehen, Persönlichkeitsgruppen durch Halbierung am Stichprobenmedian zu bilden, führt zu „Extremgruppen“, die zum Teil willkürlich und vor allem ausgesprochen stichprobenabhängig sind. Dadurch wird die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Untersuchungen sehr eingeschränkt. Weiterhin werden häufig zu kleine Stichproben untersucht, was zur Folge hat, dass die Power der statistischen Analysen meist niedrig ist. Zwar ist dies vor dem Hintergrund des zeitlichen wie auch oft finanziellen Aufwandes psychophysiologischer Untersuchungen verständlich, die resultierenden Befunde sind jedoch (vor allem im Falle nicht-signifikanter Ergebnisse) für die Theorienbildung und -prüfung im Rahmen einer probabilistischen Wissenschaft wenig hilfreich.

Eine weitere Schwierigkeit besteht in der theoretischen und empirischen Verknüpfung verschiedener Forschungsparadigmen. Eine differentielle Psychophysiologie bzw. psychophysiologische Persönlichkeitsforschung ist erst dann möglich, wenn die theoretischen Annah-

men über ein interessierendes Persönlichkeitskonstrukt in sinnvoller Weise mit den theoretischen Konzepten der Psychophysiologie verbunden werden können. Bei der elektrophysiologischen Untersuchung des Extraversionskonstruktes muss daher sorgfältig geprüft werden, welche elektro-kortikale Maße sich aufgrund ihrer funktionalen Bedeutung und den auslösenden Bedingungen überhaupt eignen, extraversionsbezogene Unterschiede abzubilden. Häufig liegt hier die größte Schwierigkeit solcher Untersuchungen. Ohne eine solche „Interdisziplinarität“ erscheint es jedoch nicht möglich, psychophysiologische Methoden zur Erforschung inhaltlicher Konzepte gewinnbringend einzusetzen.

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, all diese Schwierigkeiten bei der Umsetzung der theoretischen Annahmen des Brebner-Cooper-Modells in eine Untersuchung mit ereigniskorrelierten Potentialen zu berücksichtigen. Es sollte geprüft werden, ob das Brebner-Cooper-Modell, welches in erster Linie Aussagen bezüglich situativ bedingter Leistungsunterschiede auf der Verhaltensebene zwischen Extravertierten und Introvertierten trifft, auch für die Vorhersage differentieller kortikaler Prozesse im Zusammenhang mit Extraversion Gültigkeit besitzt. Dazu wurden die theoretischen Konzepte „Reizanalyse“ und Reaktionsorganisation“ des Brebner-Cooper-Modells auf operationaler Ebene mit den Subkomponenten der *Contingent Negative Variation* verknüpft. Die postulierten exzitatorischen und inhibitorischen Zustände aufgrund von Reizanalyse und Reaktionsvorbereitung sollten sich dabei in differentiellen Veränderungen des kortikalen Erregungsniveaus in den relevanten Phasen der Informationsverarbeitung und Verhaltenssteuerung niederschlagen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die hier berichteten Untersuchungen keine Hinweise darauf liefern, dass sich das Brebner-Cooper-Modell ohne weiteres auf Aussagen bezüglich extraversionsbezogener Unterschiede in elektro-kortikalen Prozessen übertragen lässt. Im ersten Experiment führte die Manipulation der Anforderungen an die Reizanalyse zwar zu dem erwarteten Anstieg der iCNV-Amplitude mit zunehmender Analysekomplexität, es zeigten sich jedoch keine extraversionsbezogenen Variationen auf diesen Effekt. Extravertierte und Introvertierte unterschieden sich bezüglich der Verarbeitung aufgabenrelevanter Informationen nicht voneinander. Auch im zweiten Experiment konnten keine Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten bezüglich der Organisation und Vorbereitung motorischer Reaktionen festgestellt werden, wie sie nach dem Brebner-Cooper-Modell vorhergesagt wurden. Dies mag allerdings daran gelegen haben, dass die geforderten Reaktionen allesamt so einfach waren, dass hier die operationale Umsetzung eines hohen Aufwandes in der Reaktionsorganisation nicht stattgefunden hat. Wenn diese Annahme stimmt, dann lassen sich die experimentellen Anforderungen des zweiten Experimentes im Brebner'schen Sinne als Situation mit sowohl wenig reizbezogenen als auch wenig reaktionsbezogenen exzitatorischen und inhibitorischen Prozessen beschreiben. In solchen „ausgewogenen“ Situationen ist die Vorhersage differentieller Unterschiede jedoch nach dem Brebner-Cooper-Modell nicht

möglich. Dennoch liefert die zweite Untersuchung Hinweise darauf, dass sich Extravertierte und Introvertierte darin unterscheiden, wie sie auf lang andauernde, monotone Bedingungen reagieren.

Man muss sich nun fragen, warum sich die im Brebner-Cooper-Modell postulierten exzitatorischen und inhibitorischen Prozesse als Grundlage beobachtbaren Verhaltens nicht in der erwarteten Weise in kortikalen Aktivierungs- und Deaktivierungsindizes widerspiegeln.

Da das Brebner-Cooper-Modell keine Aussagen darüber trifft, wodurch sich ein hohes Maß an Reizanalyse bzw. Reaktionsorganisation auszeichnet, wurde in dieser Arbeit eine Variation der Anforderungen auf Trial-Ebene umgesetzt. Da es für die Auslösung der CNV und für die empirische Trennung ihrer beiden Subkomponenten notwendig war, lange Inter-Stimulus-Intervalle und zusätzlich auch lange Inter-Trial-Intervalle zu implementieren, resultierten dadurch Bedingungen, die - absolut gesehen - monoton und in ihren Anforderungen und Reaktionsmöglichkeiten niedrig waren (Reize bzw. Reaktionen erfolgten durchschnittlich alle 14.5 s). In diesem Punkt unterschieden sich die verschiedenen Aufgaben aufgrund der zeitlichen Struktur des S1-S2-Paradigmas nicht voneinander. Möglicherweise konnten deshalb keine differentiellen Effekte der experimentellen Variationen nachgewiesen werden.

Dies illustriert nicht nur die oben angesprochene Schwierigkeit bei der Verzahnung inhaltlicher Konzepte mit empirischen Notwendigkeiten, sondern trägt zusätzlich auch zu einer Spezifizierung der theoretischen Konzepte des Modells bei. Die Ergebnisse weisen nämlich darauf hin, dass es sich bei „hohen Anforderungen“ an Reizanalyse und Reaktionsorganisation weniger um die Schwierigkeit und Komplexität der Reizevaluation und Reaktionsvorbereitung als solche handelt, als vielmehr um die bloße *Menge* beider Prozesse im Sinne einer hohen Reiz- und Reaktionsrate. Möglicherweise lassen sich die Brebner'schen Konzepte nicht auf der Ebene einzelner Trials manipulieren, sondern spiegeln vielmehr die Anregungsbedingungen und Reaktionsmöglichkeiten der experimentellen Situation in ihrer Gesamtheit wider. Zu dieser Überlegung passt auch der Befund der systematischen Baseline-Unterschiede zwischen den Extraversionsgruppen in beiden Experimenten. Sollte sich jedoch zeigen, dass die postulierten Unterschiede nur in Aufgaben auftreten, in denen die einzelnen Trials schnell aufeinander folgen und so ein hohes Maß an Reizanalyse und Reaktionsorganisation pro Zeiteinheit realisiert wird, stellt sich die Frage nach der Allgemeingültigkeit und damit dem Erklärungswert des Brebner-Cooper-Modells. Denn ein solche Zusatzannahme hätte eine ähnliche Einschränkung des Geltungsbereiches zur Folge, wie sie auch die Eysenck'sche Inhibitionstheorie (1957) erfahren hat.

Auch auf der Verhaltensebene wurden in den hier beschriebenen Untersuchungen keine Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten bezüglich Schnelligkeit oder Genauigkeit der ausgeführten Reaktionen festgestellt, wie sie in den Studien von Brebner und Mitarbeitern berichtet werden. Zum einen kann auch dies daran liegen, dass die Reaktionen durch

das ISI von 6 s zurückgehalten werden mussten, was dazu geführt haben mag, dass gesteigerte oder reduzierte Reaktionstendenzen nivelliert wurden. Jedoch könnte hier auch noch ein anderer Punkt eine Rolle spielen. In den frühen Untersuchungen von Brebner und Mitarbeitern (z. B. Brebner & Cooper, 1974, 1978) wurden zur Gruppenbildung die Werte des MPI bzw. des EPI herangezogen. In diesen Fragebögen tragen deutlich mehr Impulsivitäts-Items zu den resultierenden Extraversionswerten bei als in dem hier verwendeten EPQ-R, der auf der Extraversionsskala vor allem soziale Extraversion abbildet. Demnach wäre es denkbar, dass sich die Extremgruppen bei Brebner & Cooper in der Impulsivitätsausprägung von den hier untersuchten Gruppen unterschieden. Da es Befunde gibt, die zeigen, dass Impulsivitätsunterschiede weit mehr zur Erklärung von Reaktionszeitunterschieden beitragen als Unterschiede in der Extraversionsausprägung (z. B. Stenberg, 1994), könnte dies zur Erklärung der Inkonsistenz beitragen.

Auf eine weitere Möglichkeit soll hier eingegangen werden. Das Brebner-Cooper-Modell ist kein originär physiologisches Extraversionsmodell. Das Modell postuliert Unterschiede in den „Verhaltenstendenzen“ Extravertierter und Introvertierter in Reaktion auf die Anforderungen einer spezifischen Situation. Exzitatorische Zustände sollen dabei die Tendenz hervorrufen, ein aktuelles Verhalten (also Reizanalyse oder Reaktionsorganisation) fortzuführen oder zu intensivieren, während Inhibition als die Tendenz, das aktuelle Verhalten zu reduzieren oder zu beenden, beschrieben wird. Die Tendenz, ein Verhalten zu reduzieren, bedeutet aber nicht zwangsläufig, dass dieser Tendenz im konkreten Verhalten auch *tatsächlich* nachgegeben wird. Demnach darf S-Inhibition bei Extravertierten im Angesicht komplexer Reizanalyse bzw. R-Inhibition bei Introvertierten bei der Vorbereitung und Ausführung komplexer motorischer Reaktionen nicht mit einem *Unvermögen* für dieses Verhalten gleichgesetzt werden. In den hier verwendeten Aufgaben mussten alle aufgabenrelevanten Reizinformationen in kurzer Zeit analysiert werden, um zu einer korrekten Target-Identifizierung zu gelangen. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass in andersartigen Aufgaben, in denen es mehr Spielraum für die Entwicklung und Anwendung individueller Strategien und Verhaltenspräferenzen gibt, solche Tendenzen beobachtbar werden. Dies setzt allerdings voraus, dass eine gewisse Entscheidungsfreiheit darüber besteht, inwieweit sich eine Person in ausgedehnte Reizevaluation involviert oder aber schnelle Reaktionstendenzen auf Kosten umfassender Reizanalyse entwickelt. In diesem Zusammenhang wäre es in den hier berichteten Untersuchungen z. B. interessant gewesen, zu beobachten, wie sich die kortikalen Reaktionen verändern, wenn der zu analysierende Reiz nicht nach 1000 ms abgeschaltet worden, sondern über das gesamte ISI präsent geblieben oder die Darbietungsdauer individuell beeinflussbar gewesen wäre. Auch Brebner geht heute davon aus, dass sich die Tendenzen „geared to inspect“ bzw. „geared to respond“ in erster Linie in der Entwicklung, Anwendung und Persistenz individueller Verarbeitungsstrategien und Verhaltenspräferenzen niederschlagen (persönliches Gespräch mit J. Brebner auf der ISSID 1999).

Aus all diesen Überlegungen lassen sich eine Reihe von Schlüssen ziehen, die bei zukünftiger Forschung über den Zusammenhang von Extraversion und den kortikalen Maßen zentraler Reizverarbeitung und Reaktionsorganisation interessant sein könnten.

Generell scheint es in diesem Zusammenhang sinnvoll zu sein, experimentelle Situationen zu realisieren, die die Anwendung individueller Strategien ermöglichen. Beide Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die untersuchten Gruppen in der empirischen Baseline vor S1 unterscheiden. Kortikale Negativitäten vor vorhersehbaren Reizen indizieren eine Erwartungshaltung im Sinne kortikaler Vorbereitung, um nachfolgende Reize schnell und effizient evaluieren zu können. Möglicherweise lässt sich eine Tendenz zur Reizanalyse bei Introvertierten bereits in dieser *stimulus preceding negativity* nachweisen. Daher wären Untersuchungen interessant, in denen durch konstante ITI eine solche Erwartungshaltung bezüglich relevanter Informationen bewusst induziert wird.

In der vorliegenden Arbeit wurden zum Zwecke einer empirischen Validierung der CNV-Subkomponenten als kortikale Maße für die postulierten Modell-Konzepte Untersuchungen durchgeführt, in denen jeweils einer der beiden Prozesse induziert und manipuliert wurde, der jeweils andere aber niedrig und konstant gehalten wurde. Für den Nachweis unterschiedlicher Verhaltenspräferenzen sind jedoch auch Untersuchungen vor dem theoretischen Hintergrund der *resource allocation theory* (vgl. Rösler & Heil, 1991; Rösler, 1993; Rösler et al., 1997) denkbar. Dazu könnte man Situationen herstellen, die sich sowohl durch ein hohes Maß an Reizanalyse als auch durch hohe Reaktionskomplexität auszeichnen. Unter der Annahme, dass sich die Aktivität verschiedener kortikaler Funktionseinheiten (Module) in einer zeitlich geordneten und topografisch spezifischen Abfolge ereigniskorrelierter Potentiale abbilden lässt, könnte man über die Betrachtung normierter Amplitudenmaße (McCarthy & Wood, 1985) prüfen, ob es in solchen Situationen zu einer differentiellen Zuteilung kognitiver Ressourcen bei Introvertierten und Extravertierten kommt. Denkbar ist hier, dass Introvertierte stärkere Aktivierung in den Modulen zeigen, die für die Evaluation des sensorischen Inputs zuständig sind, während Extravertierte möglicherweise in denjenigen Arealen eine höher kortikale Aktivität generieren, die für die Planung, Initiierung und Ausführung motorischer Reaktionen verantwortlich sind.

In diesem Zusammenhang sind die verschiedensten Anwendungen des S1-S2-Paradigmas vorstellbar. In der vorliegenden Arbeit wurde der S2 bewusst nicht mit aufgabenrelevanter Information belegt, um die motorischen Aspekte der tCNV so rein wie möglich beobachten zu können. Bedient man sich allerdings topografischer Analysen anhand normierter Daten, wäre es interessant zu prüfen, ob sich die Topografie der tCNV vor einem hoch relevanten, informationshaltigen S2 zwischen Introvertierten und Extravertierten unterscheidet. Vor dem Hintergrund des Brebner-Cooper-Modells ließe sich hier vorherzusagen, dass Introvertierte in Erwartung relevanter Informationen eine stärkere frontale tCNV generieren, während Extra-

vertierte unter Umständen eine deutlichere zentrale tCNV aufgrund stärkerer Vorbereitung der motorischen Reaktionen zeigen.

Interessant könnten auch Experimente sein, bei denen die aufgabenrelevante Information über die auszuführende Reaktion zwischen S1 und S2 geteilt wird. In solchen Untersuchungen ließe sich die Wahrscheinlichkeit manipulieren, mit der bereits der S1 die später auszuführende Reaktion anzeigt. Der S2, der die endgültige Reaktionsinstruktion in sich birgt, könnte kongruente oder inkongruente Information zum S1 tragen. Bei vollständiger Vorhersagbarkeit der auszuführenden Reaktion wären hier wahrscheinlich ebenfalls keine Unterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten zu erwarten. Über die explizite Manipulation der Vorhersagbarkeit des S2 ließe sich aber unter Umständen die Ausbildung differentieller Strategien nachweisen. Zusätzlich ist hier noch eine Geschwindigkeits- vs. Schnelligkeitsmanipulation denkbar.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass ein Nachweis der Gültigkeit des Brebner-Cooper-Modells zur differentiellen Vorhersage kortikaler Inhibitions- und Exzitationsprozesse als Grundlage beobachtbarer Verhaltensunterschiede bislang nicht erbracht ist. Die vorliegende Arbeit hat versucht, am Beispiel ereigniskorrelierter Potentiale aufzuzeigen, mit welchen Schwierigkeiten persönlichkeitspsychologische Untersuchungen mit Hilfe psychophysiologischer Methoden behaftet sind. Dennoch wird davon ausgegangen, dass eine Verknüpfung der Differentiellen und Persönlichkeitspsychologie mit den Erkenntnissen und Methoden der Psychophysiologie äußerst gewinnbringend genutzt werden kann, um die Theorienbildung zur biologischen Fundierung des Extraversionskonstruktes voranzutreiben. Es ist dabei jedoch unabdingbar notwendig, ein konsequent theoriegeleitetes Vorgehen zu wählen und den fortschreitenden Erkenntnisgewinn beider Forschungsbereiche zu berücksichtigen und sinnvoll zu nutzen.

### 13. Literaturverzeichnis

- Amelang, M. & Bartussek, D. (1997). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung*. (4. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Ashton, H., Millman, J. E., Telford, R., & Thompson, J. W. (1974). The effect of caffeine, nitrazepam and cigarette smoking on the contingent negative variation in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 37, 59-71.
- Bartussek, D. (1984). Extraversion und EEG: Ein Forschungsparadigma in der Sackgasse? In M. Amelang & H. J. Ahrens (Hrsg.), *Brennpunkte der Persönlichkeitsforschung* (Bd. 1, S. 157-189). Göttingen: Hogrefe.
- Bartussek, D., Becker, G., Diedrich, O., Naumann, E., & Maier, S. (1996). Extraversion, neuroticism, and event-related brain potentials in response to emotional stimuli. *Personality and Individual Differences*, 20(3), 301-312.
- Bartussek, D., Diedrich, O., Naumann, E., & Collet, W. (1993). Introversion - extraversion and event-related potential (ERP): A test of J. A. Gray's theory. *Personality and Individual Differences*, 14(4), 565-574.
- Bauer, H. (1998). Slow potential topography. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computer*, 30(1), 20-33.
- Birbaumer, N., Elbert, T., Canavan, A. G. M., & Rockstroh, B. (1990). Slow potentials of the cerebral cortex and behaviour. *Physiological Reviews*, 70, 1-41.
- Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Elbert, T., Rockstroh, B., & Schwarz, J. (1981). EEG and slow cortical potentials in anticipation of mental tasks with different hemispheric involvement. .
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (1991). *Biologische Psychologie*. (2. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Brebner, J. (1983a). A comment on Paisey and Mangan's neo-Pavlovian temperament theory and the biological bases of personality. *Personality and Individual Differences*, 42(2), 229-230.
- Brebner, J. (1983b). A model of extraversion. *Australian Journal of Psychology*, 35(3), 349-359.
- Brebner, J. (1990). Psychological and neurophysiological factors in stimulus-response compatibility. In R. W. Proctor & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus-Response Compatibility* (Vol. 241-261, ). B.V. (North-Holland): Elsevier Science.
- Brebner, J. (1998). Extraversion and the psychological refractory period. *Personality and Individual Differences*, 25(3), 543-551.
- Brebner, J. (2000). Comment on "The personality theories of H. J. Eysenck and J. A. Gray." by G. Matthews and K. Gilliland. *Personality and Individual Differences*, 28, 1191-1192.
- Brebner, J., & Cooper, C. (1974). The effect of a low rate of regular signals upon the reaction times of introverts and extraverts. *Journal of Research in Personality*, 8, 263-276.
- Brebner, J., & Cooper, C. (1978). Stimulus- or response-induced excitation: A comparison of the behavior of introverts and extraverts. *Journal of Research in Personality*, 12, 306-311.
- Brebner, J., & Cooper, C. (1985). A proposed unified model of extraversion. In J. T. Spence & C. E. Izard (Eds.), *Motivation, Emotion, and Personality*. (pp. 219-227). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V.

- Brebner, J., & Cooper, C. (1986). Personality factors and inspection time. *Personality and Individual Differences*, 7(5), 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(1), 9-15.
- Brebner, J., & Stough, C. (1995). Theoretical and empirical relationships between personality and intelligence. In D. H. Saklofske & M. Zeidner (Eds.), *International Handbook of Personality and Intelligence* (pp. 321-347). New York: Plenum.
- Brebner, J., & Tiivas, K. (1975). Choice RT with signals of unequal intensity. *Australian Journal of Psychology*, 27(1), 47-50.
- Broadhurst, P. L. (1959). The interaction of task difficulty and motivation: The Yerkes-Dodson Law revived. *Acta Psychologica*, 16, 321-338.
- Brooks, V. B. (1986). *The neural basis of motor control*. New York: Oxford University Press.
- Bruneau, W., Roux, S., Perse, J., & Lelord, G. (Eds.) (1984). *Frontal evoked responses, stimulus intensity control, and the extraversion dimension*. (Vol. 425). New York.
- Brunia, C. H. (1988). Movement and stimulus preceding negativity. *Biological Psychology*, 26(1-3), 165-178.
- Brunia, C. H. (1993a). Waiting in readiness: Gating in attention and motor preparation. *Psychophysiology*, 30(4), 327-339.
- Brunia, C. H., & Damen, E. J. (1988). Distribution of slow brain potentials related to motor preparation and stimulus anticipation in a time estimation task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 69(3), 234-243.
- Brunia, C. H. M. (1987). Brain potentials related to preparation and action. In H. Heuer & A. F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action* (pp. 105-129). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brunia, C. H. M. (1993b). Stimulus preceding negativity: Arguments in favour of non motoric slow waves (Vol. xxii, pp. 147-161). New York, USA: Plenum Press.
- Bullock, W. A., & Gilliland, K. (1993). Eysenck's arousal theory of introversion - extraversion: A converging measures investigation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64, 113-123.
- Cahill, J. M., & Polich, J. (1992). P300, probability, and introverted/extroverted personality types. *Biological Psychology*, 33(1), 23-35.
- Campbell, K. B., Baribeau-Braun, J., & Braun, C. (1981). Neuroanatomical and physiological foundations of extraversion. *Psychophysiology*, 18(3), 271-282.
- Cattell, R. B. (1950). *Personality: A systematical theoretical and factual study*. New York: McGraw Hill.
- Chatrian, G. E., Lettich, E., & Nelson, P. L. (1985). Ten percent electrode system for topographic studies of spontaneous and evoked EEG-activities. *American Journal of EEG Technology*, 25, 83-92.
- Chwilla, D. J., & Brunia, C. H. (1991). Event-related potentials to different feedback stimuli. *Psychophysiology*, 28(2), 123-132.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. (2. ed.). Hillsdale, NJ.: Erlbaum.

- Cooper, C., & Brebner, J. (1987). Excitation-inhibition and arousal as explanatory concepts for extraversion. In J. Strelau & H. J. Eysenck (Eds.), *Personality Dimensions and Arousal* (pp. 37-57). New York: Plenum.
- Corr, P. J., Pickering, A. D., & Gray, J. A. (1995). Personality and reinforcement in associative and instrumental learning. *Personality and Individual Differences*, 19(1), 47-71.
- Creutzfeldt, O. D. (1983). *Cortex Cerebri*. Heidelberg: Springer.
- Curry, S. H. (1993). An examination of the relationships between CNV amplitude and the preceding steady potential level. In W. C. McCallum & S. H. Curry (Eds.), *Slow potential changes in the human brain* (pp. 121-145). New York: Plenum Press.
- Damen, E. J. P., & Brunia, C. H. M. (1994). Is a stimulus conveying task-relevant information a sufficient condition to elicit a stimulus-preceding negativity? *Psychophysiology*, 31(2), 129-139.
- Daruna, J. H., Karrer, R., & Rosen, A. J. (1985). Introversion, attention and the late positive component of event-related potentials. *Biological Psychology*, 20, 249-259.
- Deecke, L., Bashore, T., Brunia, C. H. M., Grünewald-Zuberbier, E., Grünewald, G., & Kristeva, R. (1984). Movement-associated potentials and motor control. In R. Karrer, P. Cohen, & P. Tueting (Eds.), *Brain and information*. (Vol. 425, pp. 398-428). New York: The New York Academy of Sciences.
- Dincheva, E., Piperova-Dalbokova, D., & Kolev, P. (1984). Contingent negative variation (CNV) and the distraction effect in extraverts and introverts. *Personality and Individual Differences*, 5(6), 757-761.
- 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.
- Ditraglia, G. M., & Polich, J. (1991). P300 and introverted/extraverted personality types. *Psychophysiology*, 28(2), 177-184.
- Donchin, E. (1987). The P300 as a metric of mental workload. In R. J. Ellingson, N. M. F. Murray, & A. M. Halliday (Eds.), *The London Symposia* (pp. 338-343). Amsterdam: Elsevier.
- Donchin, E., Gerbrandt, L. A., Leifer, L., & Tucker, L. (1972). Is the contingent negative variation contingent on a motor response? *Psychophysiology*, Vol. 9(2), 178-188.
- Eggert, D. (1974). *Eysenck-Persönlichkeits-Inventar*. Göttingen: Hogrefe.
- Elbert, T. (1986). *Langsame Hirnpotentiale und Verhalten*. Unveröffentlichte Habilitationsschrift, Universität Tübingen, Tübingen.
- Elbert, T. (1993). Slow cortical potentials reflect the regulation of cortical excitability (Vol. xxii, pp. 235-251). New York, NY, USA: Plenum Press.
- Elbert, T., & Rockstroh, B. (1987). Threshold regulation: A key to the understanding of the combined dynamics of EEG and event-related potentials. .
- Eysenck, H. J. (1947). *Dimensions of personality*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Eysenck, H. J. (1952). *The scientific study of personality*. London: Routledge.
- Eysenck, H. J. (1957). *The dynamics of anxiety and hysteria*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Eysenck, H. J. (Ed.) (1963). *Experiments with drugs*. London: Pergamon.
- Eysenck, H. J. (1967). *The biological basis of personality*. Springfield, IL: Thomas.
- Eysenck, H. J. (1987). Arousal and Personality: The Origins of a Theory. In J. Strelau & H. J. Eysenck (Eds.), *Personality dimensions and arousal* (pp. 1-13). New York: Plenum Press.

- Eysenck, H. J. (1990). Biological Dimensions of Personality. In L. A. Pervin (Ed.), *Handbook of personality. Theory and Research*. New York: Guilford Press.
- Eysenck, H. J. (1994). Personality: Biological foundations. In P. A. Vernon (Ed.), *The neuropsychology of individual differences* (pp. 151-207). London: Academic Press.
- Eysenck, H. J., & Eysenck, M. W. (1985). *Personality and individual differences. A natural science approach*. New York/London: Plenum Press.
- Eysenck, H. J., & Eysenck, M. W. (1987). *Persönlichkeit und Individualität - Ein naturwissenschaftliches Paradigma*. München/Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Eysenck, M. W. (1982). *Attention and Arousal: Cognition and Performance*. Berlin: Springer.
- Faul, F., & Erdfelder, E. (1992). GPower: A priori, post-hoc, and comprise power analyses for MS-DOS (Computer program, 2. ed.). Bonn, FRG: Bonn University, Dep. of Psychology.
- Fenk, A. (1978). Slow brain potentials during tasks of varying complexity. *Zeitschrift für Psychologie, Vol 186(1)*, 89-112.
- Frost, B. G., Neill, R. A., & Fenelon, B. (1988). The determinants of the non-motoric CNV in a complex, variable foreperiod, information processing paradigm. *Biological Psychology, 27(1)*, 1-21.
- Gaillard, A. W. K. (1976). Effects of warning-signal modality on the contingent negative variation (CNV). *Biological Psychology, 4(2)*, 139-154.
- Gaillard, A. W. K. (1977). The late CNV wave: Preparation versus expectancy. *Psychophysiology, 14(6)*, 563-568.
- Gaillard, A. W. K., & Näätänen, R. (1980). Some baseline effects on the CNV. *Biological Psychology, 10(1)*, 31-39.
- Gaillard, A. W. K., & Perdok, J. (1979). Slow cortical and heart rate correlates of discrimination performance. *Acta Psychologica, 43(3)*, 185-198.
- Gaillard, A. W. K., & Perdok, J. (1980). Slow brain potentials in the CNV-paradigm. *Acta Psychologica, 44(2)*, 147-163.
- Gaillard, A. W. K. (1986). The CNV as an index of response preparation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Suppl. 38*, 196-206.
- Gaillard, A. W. K., & Van Beijsterveldt, C. E. M. (1991). Slow brain potentials elicited by a cue signal. *Journal of Psychophysiology, 5*, 337-347.
- Gaillard, A. W. K., Perdok, J., & Varey, C. A. (1980). Motor preparation at a cortical and a peripheral level. In H. H. Kornhuber & L. Deecke (Eds.), *Motivation, Motor, and Sensory Processes of the Brain. Electrical Potentials, Behavior and Clinical Use*. (pp. 214-218). Amsterdam: Elsevier.
- Gale, A. (1973). The psychophysiology of individual differences: Studies of extraversion and the EEG. In P. Kline (Eds.), *New approaches in psychological measurement*. New York: Wiley.
- Gale, A. (1983). Electroencephalographic studies of extraversion-introversion: A case study in the psychophysiology of individual differences. *Personality and Individual Differences, 4*, 371-380.
- Gevins, A. S., & Cutillo, B. A. (1995). Neuroelectric measures of mind. In P. L. Nunez (Ed.), *Neurocortical dynamics and human EEG rhythms*. (pp. 304-338). Oxford: Oxford University Press.

- Goldberg, L. R. (1981). Developing a taxonomy of trait-descriptive terms. In D. Fiske (Ed.), *New directions for methodology of social and behavioral science: Problems with language impression*. (Vol. 9, pp. 43-65). San Francisco: Jossey Bass.
- Gopher, D., & Donchin, E. (1985). Workload - an examination of the concept. In K. R. Boff, L. Kaufmann, & S. R. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance* (Vol. 2, pp. 41-48). Chichester: Wiley.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artefacts. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55, 468-484.
- Gray, J. A. (1965). *Pavlov's Typology*. New York: Publisher.
- Gray, J. A. (1970). The psychophysiological basis of introversion-extraversion. *Behaviour research and therapy*, 8, 249-266.
- Gross, O. (1902). *Die cerebrale Sekundärfunktion*. Leipzig.
- Gross, O. (1909). *Über psychopathologische Mindervertigkeiten*. Leipzig.
- Guilford, J. P. (1974). *Persönlichkeitspsychologie*. (4. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Hackley, S. A., & Miller, J. O. (1995). Response complexity and precue interval effects on the lateralized readiness potential. *Psychophysiology*, 32, 230-241.
- Hager, W., & Möller, H. (1986). Tables and procedures for the determination of power and sample sizes in univariate and multivariate analyses of variance and regression. *Biometrical Journal*, 28, 647-663.
- Hays, W. L. (1973). *Statistics for social sciences*. (2 ed.). London: Holt, Rinehart & Winston.
- Hennighausen, E., Heil, M., & Rösler, F. (1993). A correction method for DC drifts artifacts. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 86, 199-204.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior*. New York: Appeltion Century Crofts.
- Janssen, R. H., Mattie, H., Plooij Van Gorsel, P. C., & Werre, P. F. (1978). The effects of a depressant and a stimulant drug on the contingent negative variation. *Biological Psychology*, 6(3), 209-218.
- Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Jung, C. G. (1921). *Psychologische Typen*. Zürich: Raschen.
- Kakigi, S., Matsuda, T., & Ueda, M. (1985). Our 10 years of research on CNV (contingent negative variation). *Neuroscience*, 11, 69-768.
- Kant, I. (1912-18). *Anthropologie in pragmatischer Hinsicht*. (Bd. 4). Berlin: Bruno Cassiner.
- Katsikitis, M., & Brebner, J. (1981). Individual differences in the effects of personal space invasion: A test of the Brebner-Cooper Model of extraversion. *Personality and Individual Differences*, 2, 5-10.
- Khew, K., & Brebner, J. (1985). The role of personality in crowding research. *Personality and Individual Differences*, 6(5), 641-643.
- Kornhuber, H. & Deecke, L. (1964). Hirnpotentialänderungen beim Menschen vor und nach Willkürbewegungen, dargestellt mit Magnetbandspeicherung und Rückwärtsanalyse. *Pflügers Archiv der gesamten Physiologie*, 281, 52.
- Kornhuber, H. H. & Deecke, L. (1965). Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passiven Bewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und reafferente Potentiale. *Pflügers Archiv der gesamten Physiologie*, 284, 1-17.

- Krijns, P. W., Gaillard, A. W. K., Van Heck, G. L., & Brunia, C. H. M. (1994). Personality effects on brain potentials in an S1-S2 paradigm. *Personality and Individual Differences, 16*(4), 561-570.
- Kutas, M., McCarthy, G., & Donchin, E. (1977). Augmenting mental chronometry: The P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science, 197*, 792-795.
- Leynes, P. A., Allen, J. D., & Marsh, R. L. (1998). Topographic differences in CNV amplitude reflect different preparatory processes. *International Journal of Psychophysiology, 31*(1), 33-44.
- Lolas, F., & Aguilera, N. (1982). Extraversion and Inhibition: A slow-potential study. *Biological Psychiatry, 17*(9), 963-969.
- Lolas, F., & Andraca, I. d. (1977). Neuroticism, extraversion and slow brain potentials. *Neuropsychobiology, 3*, 12-22.
- Loveless, N. E. (1975). The effect of warning interval on signal detection and event-related slow potentials of the brain. *Perception and Psychophysics, 17*(6), 565-570.
- Loveless, N. E., & Sanford, A. J. (1974). Effects of age on the contingent negative variation and preparatory set in a reaction-time task.
- Loveless, N. E., & Sanford, A. J. (1975). The impact of warning signal intensity on reaction time and components of the contingent negative variation.
- Low, M. D. (1986). Cerebral slow potentials in neurological disorders. In W. C. McCallum, R. Zappoli, & F. Denoth (Eds.), *Cerebral psychophysiology: studies in event-related potentials*. (pp. 477-481). Amsterdam: Elsevier.
- Lutzenberger, W., Elbert, T., Rockstroh, B., & Birbaumer, N. (1981). Principal component analysis of slow wave potentials during six second anticipation intervals. *Biological Psychology, 13*, 271-279.
- Lutzenberger, W., Elbert, T., Rockstroh, B., & Birbaumer, N. (1982). Biofeedback produced slow brain potentials and task performance. *Biological Psychology, 14*(1-2), 99-111.
- Lutzenberger, W., Elbert, T., Rockstroh, B., & Birbaumer, N. (1985). Asymmetry of brain potentials related to sensorimotor tasks. *International Journal of Psychophysiology, 2*(4), 281-291.
- Macar, F., & Vitton, N. (1980). CNV and reaction time task in man: Effects of inter-stimulus interval contingencies.
- Mangan, G. (1982). *The biology of human conduct: East-West models of temperament and personality*. London: Pergamon Press.
- Marsden, C. D. (1982). The mysterious motor function of the basal ganglia: The Robert Wartenberg Lecture. *Neurology, 32*, 514-539.
- Matthews, G., & Amelang, M. (1993). Extraversion, arousal theory and performance: A study of individual differences in the EEG. *Personality and Individual Differences, 14*(2), 347-364.
- Matthews, G., & Gilliland, K. (1999). The personality theories of H. J. Eysenck and J. A. Gray: a comparative review. *Personality and Individual Differences, 26*, 583-626.
- McCallum, W. C. (1988). Potentials related to expectancy, preparation, and motor activity. In T. W. Picton (Ed.), *Human event-related potentials*. (Vol. 3, pp. 427-534). Amsterdam: Elsevier.
- McCallum, W. C., & Curry, S. H. (Eds.). (1993). *Slow potential changes in the human brain*. (Vol. xxii). New York, NY, USA: Plenum Press.

- McCarthy, G., & Wood, C. C. (1985). Scalp distribution of event-related potentials: an ambiguity associated with analysis of variance models. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *62*, 203-208.
- Miller, G. A., Gratton, G., & Yee, C. M. (1988). Generalized implementation of an eye movement correction procedure. *Psychophysiology*, *25*, 241-243.
- Naumann, E. (1985). *Ereigniskorrelierte Potentiale und Gedächtnis: Eine Untersuchung im Rahmen des Levels-of-Processing-Ansatzes*. (Vol. 146). Frankfurt, Bern, New York: Peter Lange.
- Naumann, E., Bartussek, D., Diedrich, O., & Laufer, M. E. (1992). Assessing cognitive and affective information processing functions of the brain by means of the late positive complex of the event-related potential. *Journal of Psychophysiology*, *6*, 285-298.
- Nebylitsyn, F. D. (1972). *Fundamental properties of the human nervous system*. New York: Plenum Press.
- O'Connor, K. (1980). Electrocortical positivity and personality. *Perceptual and Motor Skills*, *51*, 924-926.
- O'Connor, K. (1982). Individual differences in the effect of smoking on frontal-central distribution of the CNV: Some observations on smokers control of attentional behaviour. *Personality and Individual Differences*, *3*, 271-285.
- O'Connor, K. (1983). Individual differences in components of slow cortical potentials: Implications for models of information processing. *Personality and Individual Differences*, *4*(4), 403-410.
- O'Connor, K. (1986). The effects of smoking and personality on slow cortical potentials recorded within a signal detection paradigm. *Physiological Psychology*, *14*(1-2), 49-62.
- O'Gorman, J. G., & Lloyd, J. E. (1985). Is EEG a consistent measure of individual differences? *Personality and Individual Differences*, *6*(2), 273-275.
- Paisey, T. J., & Mangan, G. L. (1982). Neo-Pavlovian temperament theory and the biological bases of personality. *Personality and Individual Differences*, *3*(2), 189-203.
- Pawlow, I. (1928). *Lectures on conditioned reflexes*. New York: Liveright.
- Piperova-Dalbokova, D., & Dincheva, E. (1984). Stability of contingent negative variation (CNV) and extraversion-introversion. *Personality and Individual Differences*, *5*(6), 763-766.
- Plooij-van-Gorsel, E. (1981). EEG and cardiac correlates of neuroticism: A psychophysiological comparison of neurotics and normal controls in relation to personality. *Biological Psychology*, *13*, 141-156.
- Polich, J., & S, M. (1992). P300, cognitive capability, and personality: A correlational study of university undergraduates. *Personality and Individual Differences*, *13*, 533-543.
- Poon, L. W., Thompson, L. W., & Marsh, G. R. (1976). Average evoked potential changes as a function of processing complexity. *Psychophysiology*, *13*(1), 43-49.
- Prescott, J. (1986). The effects of response parameters on CNV amplitude. *Biological Psychology*, *22*(2), 107-135.
- Pritchard, W. S. (1989). P300 and EPQ/STPI personality traits. *Personality and Individual Differences*, *10*(1), 15-24.
- Ragot, R. (1984). Perceptual and motor space representation: An event-related potential study. *Psychophysiology*, *21*, 159-170.

- Rebert, C. S., Diehl, J. J., & Matteucci, M. J. (1993). The distribution and detection of brain slow potentials and their relationship to neuroglial activities and higher mental functions. (Vol. xxii, pp. 275-291). New York, NY, USA: Plenum Press.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Birbaumer, N., & Lutzenberger, W. (1982). *Slow brain Potentials and behaviour*. Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Canavan, A., Lutzenberger, W., & Birbaumer, N. (1989). *Slow cortical potentials and behaviour*. (2. ed.). München: Urban & Schwarzenberg.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Lutzenberger, W., & Birbaumer, N. (1986). The CNV distraction effect in long anticipation intervals. In W. C. McCallum, R. Zappoli, & F. Denoth (Eds.), *Cerebral Psychophysiology: Studies in Event Related Potentials*. (pp. 265-266). Amsterdam: Elsevier.
- Rockstroh, B., Mueller, M., Cohen, R., & Elbet, T. (1992). Probing the functional brain state during P300-evocation. *Journal of Psychophysiology, Vol 6(2)*, 175-184.
- Rockstroh, B., Mueller, M., Wagner, M., Cohen, R., & Elbert, T. (1993). "Probing" the nature of the CNV. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 87(4)*, 235-241.
- Rohrbaugh, J., & Gaillard, A. (1983). Sensory and motor aspects of the contingent negative variation. In A. Gaillard & W. Ritter (Eds.), *Tutorials in Event-related Potential Research: Endogenous Components*. (Vol. 10, pp. 269-310). Amsterdam: Elsevier.
- Rohrbaugh, J. W., McCallum, W. C., Gaillard, A. K. W., Simons, R. F., Birbaumer, N., & Papakostopoulos, D. (1986). ERPs associated with preparatory and movement related processes. A review. In W. C. McCallum, R. Zappoli, & F. Denoth (Eds.), *Cerebral Psychophysiology: Studies in Event Related Potentials*. (pp. 189-231). Amsterdam: Elsevier.
- Rohrbaugh, J. W., Syndulko, K., & Lindsley, D. B. (1976). Brain wave components of the contingent negative variation in humans. *Science, 191(4231)*, 1055-1057.
- Rohrbaugh, J. W., Syndulko, K., & Lindsley, D. B. (1978). Cortical slow negative waves following non-paired stimuli: Effects of task factors. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 45(5)*, 551-567.
- Rohrbaugh, J. W., Syndulko, K., & Lindsley, D. B. (1979). Cortical slow negative waves following non-paired stimuli: Effects of modality, intensity, and rate of stimulation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 46*, 416-427.
- Rosahl, S. K., & Knight, R. T. (1995). Role of prefrontal cortex in generation of the contingent negative variation. *Cerebral Cortex, 5(2)*, 123-134.
- Rösler, F. (1986). P300 complex: a manifestation of reactive or anticipatory processes in the brain? In W. C. McCallum, R. Zappoli, & F. Denoth (Eds.), *Cerebral psychophysiology: studies in event-related potentials*. (pp. 138-142). Amsterdam: Elsevier.
- Rösler, F. (1991). Perception or action: some comments on preparatory negative potentials. In C. H. M. Brunia, G. Mulder, & M. N. Verbaten (Eds.), *Event-related brain research* (EEG Suppl. 42, pp. 116-129). Amsterdam: Elsevier.
- Rösler, F. (1993). Beyond reaction time and error rate: Monitoring mental processes by means of slow event-related brain potentials. In W. C. McCallum & S. H. Curry (Eds.), *Slow Potential Changes in the Human Brain*. (pp. 105-119). New York: Plenum Press.
- Rösler, F., & Heil, M. (1991). Toward a functional categorization of slow waves: Taking into account past and future events. *Psychophysiology, 28(3)*, 344-358.
- Rösler, F., Heil, M., & Roeder, B. (1997). Slow negative brain potentials as reflections of specific modular resources of cognition. *Biological Psychology, 45(1-3)*, 109-141.

- Rösler, F., & Manzey, D. (1981). Principle components and VARIMAX-rotated components in event-related potential research: Some remarks on their interpretation. *Biological Psychology*, *13*, 3-26.
- Ruch, W. (1999). Die revidierte Fassung des Eysenck Personality Questionnaire und die Konstruktion des deutschen EPQ-R bzw. EPQ-RK. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, *20*(1), 1-24.
- Ruchkin, D. S., Johnson Jr., R., Mahaffey, D., & Sutton, S. (1982). P300 and slow wave in a message consisting of two events. *Psychophysiology*, *25*(3), 339-353.
- Ruchkin, D. S., Johnson, R. J., Mahaffey, D., & Sutton, S. (1988). Towards a functional categorization of slow waves. *Psychophysiology*, *25*, 339-353.
- Ruchkin, D. S., & Sutton, S. (1983). Positive slow wave and P300: association and dissociation. In A. W. K. Gaillard & W. Ritter (Eds.), *Tutorials in Event-related Potentials Research: Endogenous components*. (pp. 233-250). Amsterdam: Elsevier.
- Ruchkin, D. S., Sutton, S., Mahaffey, D., & Glaser, J. (1986). Terminal CNV in the absence of motor response. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *63*(5), 445-463.
- Sanders, A. F. (1983). Towards a model of stress and human performance. *Acta Psychologica*, *53*, 61-97.
- Schandry, R. (1981). *Psychophysiologie*. München: Urban & Schwarzenberg.
- Simson, R., Vaughan, H. G., & Ritter, W. (1977). The scalp topography potentials in auditory and visual Go/NoGo tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *43*(6), 864-875.
- Skinner, J. E., & Yingling, C. D. (1977). Central gating mechanisms that regulate event-related potentials and behaviour. In J. Desmedt (Ed.), *Attention, voluntary contraction and event-related cerebral potentials*. (pp. 30-69). Basel: Karger.
- Stelmack, R. M. (1981). The psychophysiology of extraversion and neuroticism. In H. J. Eysenck (Ed.), *A model of personality*. Berlin: Springer.
- Stelmack, R. M. (1985). Personality and motor activity: A psychological perspective. In B. Kirkcaldy (Ed.), *Individual differences in movement*. (S. 193-213). Lancaster: Medical and technical publications.
- 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. xi, pp. 227-254). Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Stelmack, R. M., & Houlihan, M. (1995). Event-related potentials, personality, and intelligence: Concepts, issues, and evidence. In H. D. Saklofske & M. Zaidner (Eds.), *International handbook of personality and intelligence* (Vol. xxiv, pp. 349-365). New York: Plenum Press.
- Stelmack, R. M., Houlihan, M., & McGarry-Roberts, P. A. (1993). Personality, reaction time, and event-related potentials. *Journal of Personality and Social Psychology*, *65*(2), 399-409.
- Stelmack, R. M., & Michaud-Achorn, A. (1985). Extraversion, attention, and habituation of the auditory evoked potentials. *Journal of research in personality*, *19*(4), 416-428.
- Stelmack, R. M., & Plouffe, L. (1983). Introversion-Extraversion: The bell-magendie law revisited. *Personality and Individual Differences*, *4*(5), 421-427.
- Stenberg, G. (1994). Extraversion and the P300 in a visual classification task. *Personality and Individual Differences*, *16*(4), 543-560.

- Stenberg, G., Rosen, I., & Risberg, J. (1988). Personality and augmenting/reducing in visual and auditory evoked potentials. *Person. individ. Diff.*, 9(3), 571-579.
- Stief, V., Leuthold, H., Miller, J., Sommer, W., & Ulrich, R. (1998). The effect of response complexity on the lateralized readiness potential. *Zeitschrift für Psychologie*, Vol 206(4), 305-319.
- Strelau, J. (1975). Pavlov's typology and current investigations in this area. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie en haar Grensgebieden*, 30(3), 177-200.
- Strelau, J. (1983). *Temperament, personality, activity*. London: Academic Press.
- Strelau, J., & Angleitner, A. (1994). Cross-cultural studies on temperament: Theoretical considerations and empirical studies based on the Pavlovian Temperament survey (PTS). *Personality and Individual Differences*, 16, 331-342.
- Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., & John, E. R. (1965). Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150, 1187-1188.
- Swickert, R. J. (1996). *Relationship between the brainstem auditory evoked response and extraversion, impulsivity, and sociability*. (Vol. 57/05, 3446). University of Oklahoma: Dissertation Abstracts International.
- Tecce, J.J. (1972). Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man. *Psychological Bulletin*, Vol. 77(2), 73-108.
- Tecce, J. J., & Cattanach, L. (1982). Contingent negative variation. In E. Niedermeyer & F. Lopes da Silva (Eds.), *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields* (pp. 543 - 562). München: Urban & Schwarzenberg.
- Tecce, J. J., & Cattanach, L. (1987). Contingent Negative Variation. In E. Neidermeyer & F. Lopes da Silva (Eds.), *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields*. (2 ed., pp. 657-679). Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
- Teplow, B. M. (1972). The problems of types of human higher nervous activity and methods of determining them. In V. D. Nebylitsyn & J. A. Gray (Eds.), *Biological bases of individual behavior*. New York: Academic Press.
- Tiggemann, M., Winefield, A. H., & Brebner, J. (1982). The role of extraversion in the development of learned helplessness. *Personality and Individual Differences*, 3(1), 27-34.
- Trimmel, M. (1987). Contingent negative variation (CNV) influenced by preceding slow potential shifts (pSPSs). *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 66(1), 71-74.
- Ulrich, R., Leuthold, H., & Sommer, W. (1998). Motor programming of response force and movement direction. *Psychophysiology*, 35(6), 721-728.
- Van Boxtel, G. J., Van den Boogaart, B., & Brunia, C. H. (1993). The contingent negative variation in a choice reaction time task. *Journal of Psychophysiology*, Vol 7(1), 11-23.
- Van Boxtel, G. J. M., & Brunia, C. H. M. (1994a). Motor and non-motor aspects of slow brain potentials. *Biological Psychology*, 38(1), 37-51.
- Van Boxtel, G. J. M., & Brunia, C. H. M. (1994b). Motor and non-motor components of the Contingent Negative Variation. *International Journal of Psychophysiology*, 17(3), 269-279.
- Vaughan, J., H. G., Costa, L. D., & Ritter, W. (1968). Topography of the human motor potential. *Electroencephalographie and Clinical Neurophysiology*, 25, 1-10.
- Verleger, R. (1988). Event-related potentials and memory: A critique on the context updating hypothesis and an alternative interpretation of P3. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 343-427.

- Walter, W. G., Cooper, R., Aldridge, V., McCallum, W., & Winter, A. (1964). Contingent Negative Variation: An electrical sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain. *Nature*, *203*, 380-384.
- Weisen, A. (1965). Differential reinforcing effects of onset and offset of stimulation on the operant behaviour of normals, neurotics, and psychopaths. *Ph.D. Thesis, University of Florida*.
- Werre, P. F. (1987). Extraversion-introversion, contingent negative variation and arousal. In J. Strelau & H. J. Eysenck (Eds.), *Personality dimensions and arousal* (Vol. xviii, pp. 59-75). New York: Plenum Press.
- Werre, P. F., Faverey, H. A., & Janssen, R. H. (1975). Contingent negative variation and personality. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie en haar Grensgebieden*, *30*(3), 277-299.
- Werre, P. F., Mattie, H., Fortgens, C., Berretty, E. W., & Sluiter, W. (1994). Interaction between extraversion and drug-induced conditions as indicated by the contingent negative variation. *Biological Psychology*, *39*(1), 45-56.
- Wood, C. C., & McCarthy, G. (1984). Principle component analysis of event-related potentials: Simulation studies demonstrate missallocation of variance across components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *59*, 249-260.
- Wundt, W. (1903). *Grundzüge der physiologischen Psychologie*. (Bd. 3). Leipzig: W. Engelmann.
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habitformation. *Journal of Comparative and Neurological Psychology*, *18*, 459-482.
- Zappoli, R., Versari, A., Paganini, M., Arnetoli, G., & et al. (1992). Changes in bit-mapped contingent negative variation (CNV) activity due to initial normal involuntal processes of the human brain. *International Journal of Psychophysiology*, *12*(2), 101-121.
- Zschocke, S. (1995). *Klinische Elektroenzephalographie*. Berlin: Springer.
- Zuckerman, M. (1991). *Psychobiology of personality*. Cambridge: Cambridge University Press.

# **Anhang A**



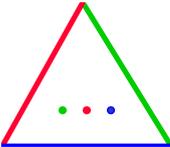
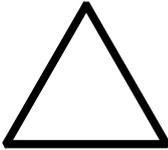
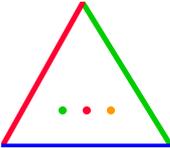
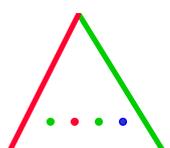
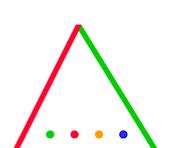
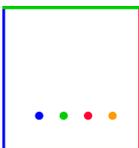
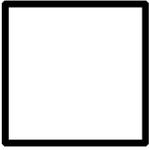
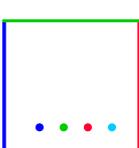
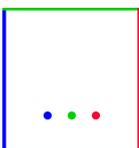
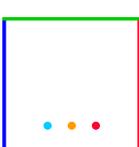
<i>relevante Information:</i>	<b>Form</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Farben</b>	<b>Kontrolle</b>
	Target	Target	Target	
	Target	Target	Non-Target	
	Target	Non-Target	Non-Target	
	Target	Non-Target	Non-Target	
	Non-Target	Target	Target	
	Non-Target	Target	Non-Target	
	Non-Target	Non-Target	Non-Target	
	Non-Target	Non-Target	Non-Target	

Abbildung A-1: Schematische Darstellung der Reize und Target-Definitionen in den vier Aufgaben zur Variation der Analysekomplexität (bei 50% der Vpn kehrt sich die Zuordnung Dreieck/Quadrat als Target/Non-Target in der Bedingung **Form** allerdings um).

## Allgemeine Instruktion

Diese Untersuchung beschäftigt sich mit der Frage, ob sich ein Einfluß von Persönlichkeitsmerkmalen auf Prozesse der Informationsverarbeitung im Elektroenzephalogramm (EEG) nachweisen läßt.

Im Laufe der Untersuchung werden Sie mit verschiedenen Aufgaben konfrontiert. Diese Aufgaben sind von ihrem Aufbau und Ablauf her ähnlich: Es werden Ihnen zunächst auf dem Bildschirm **geometrische Figuren** dargeboten. Ihre Aufgabe besteht nun immer darin, Figuren mit **bestimmten Eigenschaften** zu erkennen und in einer bestimmten Art und Weise darauf zu reagieren.

Die Reaktionen erfolgen über die farbigen **Tasten**, welche vor Ihnen auf dem Tisch angebracht sind. Bitte legen Sie während der Aufgaben den **rechten Zeigefinger** auf die rote Taste, den **linken Zeigefinger** auf die gelbe Taste und lassen Sie die Finger während der Aufgaben bitte immer auf den Tasten liegen.

Die Untersuchung besteht aus **mehreren Teilen**. Vor jedem Teil wird Ihnen die genaue Aufgabe erklärt werden. Außerdem haben Sie dann auch Gelegenheit, die Aufgabe zu üben.

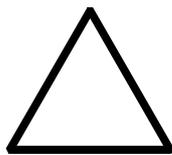
Bitte sitzen Sie während der gesamten Untersuchung möglichst ruhig und richten Sie Ihren Blick und Ihre Aufmerksamkeit auf den Bildschirm.

Wenn Sie noch Fragen haben, stellen Sie sie bitte jetzt. Ansonsten informieren Sie bitte die VersuchsleiterInnen, daß Sie mit der Untersuchung beginnen möchten!

## Instruktion „Kontrolle“

In diesem Teil der Untersuchung geht es darum, auf unterschiedliche **Formen** der Reize unterschiedlich zu reagieren.

Auf dem Bildschirm werden Ihnen **unterschiedliche Figuren** - ein **Dreieck** oder ein **Quadrat** - dargeboten. Die Figuren sind im folgenden abgebildet:



Ihre Aufgabe besteht darin, jeweils zu entscheiden, ob **die dargebotene Figur ein Dreieck oder ein Quadrat ist**.

Einige Sekunden nachdem Ihnen eine Figur dargeboten wurden, erscheint am Bildschirm ein **Kreuz**. Dieses Kreuz ist das Signal für Ihre Reaktion: Wenn Sie zuvor ein **Dreieck** gesehen haben, drücken Sie bitte nach Erscheinen des Kreuzes so schnell wie möglich die **linke gelbe Taste**. Haben Sie aber ein **Quadrat** gesehen, so drücken Sie bitte so schnell wie möglich die **rechte rote Taste**! Bitte drücken Sie immer erst dann die Taste, wenn das Kreuz am Bildschirm erscheint.

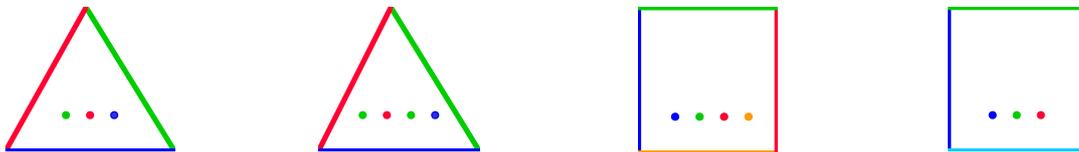
Bevor der eigentliche Durchgang beginnt, haben Sie Gelegenheit, an einigen Beispielreizen die Aufgabe zu üben.

Wenn Sie noch Fragen haben, stellen Sie sie bitte jetzt. Ansonsten informieren Sie bitte die VersuchsleiterInnen, daß Sie mit dem Übungsdurchgang beginnen möchten!

## Instruktion „Form“

In diesem Teil der Untersuchung geht es darum, auf unterschiedliche **Formen** der Reize unterschiedlich zu reagieren.

Im folgenden Durchgang werden Ihnen am Bildschirm verschiedene Reize dargeboten. Bei diesem Reizen handelt es sich um **geometrische Figuren - Dreiecke oder Quadrate**. Diese haben **verschiedenfarbige Seiten** und beinhalten **drei** oder **vier** ebenfalls **verschiedenfarbige Punkte**. Beispiele dieser Figuren sind hier abgebildet:



Ihre Aufgabe besteht darin, bei den Figuren zu entscheiden, ob **die dargebotene Figur ein Dreieck oder ein Quadrat ist**. Die Farben der Seiten und Punkte sowie die Anzahl der Punkte sind für Sie dabei nicht relevant.

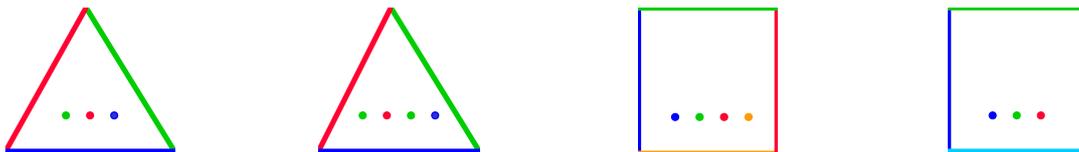
Einige Sekunden nachdem Ihnen eine Figur dargeboten wurden, erscheint am Bildschirm ein **Kreuz**. Dieses Kreuz ist das Signal für Ihre Reaktion: Wenn Sie nun zuvor ein **Dreieck** gesehen haben, drücken Sie bitte nach Erscheinen des Kreuzes so schnell wie möglich die **linke gelbe Taste**. Haben Sie aber ein **Quadrat** gesehen, so drücken Sie bitte so schnell wie möglich die **rechte rote Taste**! Bitte drücken Sie immer erst dann die Taste, wenn das Kreuz am Bildschirm erscheint.

Bevor der eigentliche Durchgang beginnt, haben Sie Gelegenheit, an einigen Beispielreizen die Aufgabe zu üben.

Wenn Sie noch Fragen haben, stellen Sie sie bitte jetzt. Ansonsten informieren Sie bitte die VersuchsleiterInnen, daß Sie mit dem Übungsdurchgang beginnen möchten!

## Instruktion „Anzahl“

Im folgenden Teil der Untersuchung werden Ihnen am Bildschirm verschiedene Reize dargeboten. Bei diesen Reizen handelt es sich um **geometrische Figuren - Dreiecke oder Quadrate**. Diese haben **verschiedenfarbige Seiten** und beinhalten **drei oder vier ebenfalls verschiedenfarbige Punkte**. Beispiele dieser Figuren sind hier abgebildet:



In diesem Durchgang geht es darum, bei den dargebotenen Figuren auf die **Anzahl der Seiten** und die **Anzahl der Punkte** zu achten.

Ihre Aufgabe besteht darin, bei den Figuren zu entscheiden, ob **die Anzahl der Seiten und die Anzahl der Punkte übereinstimmt**. Das wäre der Fall bei einem Dreieck mit drei Punkten oder einem Quadrat mit vier Punkten. Die Farben der Seiten und Punkte sind für Sie nicht relevant.

Einige Sekunden nachdem Ihnen eine Figur dargeboten wurden, erscheint am Bildschirm ein **Kreuz**. Dieses Kreuz ist das Signal für Ihre Reaktion: Wenn Sie nun eine Figur gesehen haben, bei der die **Anzahl der Seiten und die Anzahl der Punkte übereinstimmt**, drücken Sie bitte nach Erscheinen des Kreuzes so schnell wie möglich die **linke gelbe Taste**. Haben Sie aber eine Figur gesehen, auf die **diese Bedingung nicht zutrifft**, so drücken Sie bitte so schnell wie möglich die **rechte rote Taste**! Bitte drücken Sie immer erst dann die Taste, wenn das Kreuz am Bildschirm erscheint.

Im folgenden sind einige Beispiele für die Reaktionen beschrieben:



Bedingung erfüllt -  
linke Taste drücken

Bedingung nicht erfüllt -  
rechte Taste drücken

Bedingung erfüllt -  
linke Taste drücken

Bedingung nicht erfüllt -  
rechte Taste drücken

Bevor der eigentliche Durchgang beginnt, haben Sie Gelegenheit, an einigen Beispielreizen die Aufgabe zu üben.

Wenn Sie noch Fragen haben, stellen Sie sie bitte jetzt. Ansonsten informieren Sie bitte die VersuchsleiterInnen, daß Sie mit dem Übungsdurchgang beginnen möchten!

## Instruktion „Farben“

Im folgenden Teil der Untersuchung werden Ihnen am Bildschirm verschiedene Reize dargeboten. Bei diesen Reizen handelt es sich um **geometrische Figuren - Dreiecke oder Quadrate**. Diese haben **verschiedenfarbige Seiten**. In den Dreiecken befinden sich **drei Punkte**, in den Quadraten **vier Punkte**, die ebenfalls **verschiedene Farben** haben.

Beispiele dieser Figuren sind hier abgebildet:



In diesem Durchgang geht es darum, bei den dargebotenen Figuren auf die **Farben** der Seiten und der Punkte zu achten.

Ihre Aufgabe besteht darin, bei den Figuren zu entscheiden, ob die **Farben der Seiten** und die **Farben der Punkte übereinstimmen**. Das wäre der Fall bei allen Figuren, bei denen für die Seiten und die Punkte dieselben Farben verwendet werden.

Einige Sekunden nachdem Ihnen eine Figur dargeboten wurden, erscheint am Bildschirm ein Kreuz. Dieses Kreuz ist das Signal für Ihre Reaktion: Wenn Sie nun eine Figur gesehen haben, bei der die **Farben der Seiten und die Farben der Punkte übereinstimmen**, drücken Sie bitte so schnell wie möglich die **linke gelbe Taste**. Sehen eine Figur, auf die **diese Bedingung nicht zutrifft**, so drücken Sie bitte so schnell wie möglich die **rechte rote Taste**! Bitte drücken Sie immer erst dann die Taste, wenn das Kreuz am Bildschirm erscheint.

Im folgenden sind einige Beispiele für die Reaktionen beschrieben:



Bedingung erfüllt -  
linke Taste drücken

Bedingung nicht erfüllt -  
rechte Taste drücken

Bedingung erfüllt -  
linke Taste drücken

Bedingung nicht erfüllt -  
rechte Taste drücken

Bevor der eigentliche Durchgang beginnt, haben Sie Gelegenheit, an einigen Beispielreizen die Aufgabe zu üben.

Wenn Sie noch Fragen haben, stellen Sie sie bitte jetzt. Ansonsten informieren Sie bitte die VersuchsleiterInnen, daß Sie mit dem Übungsdurchgang beginnen möchten !

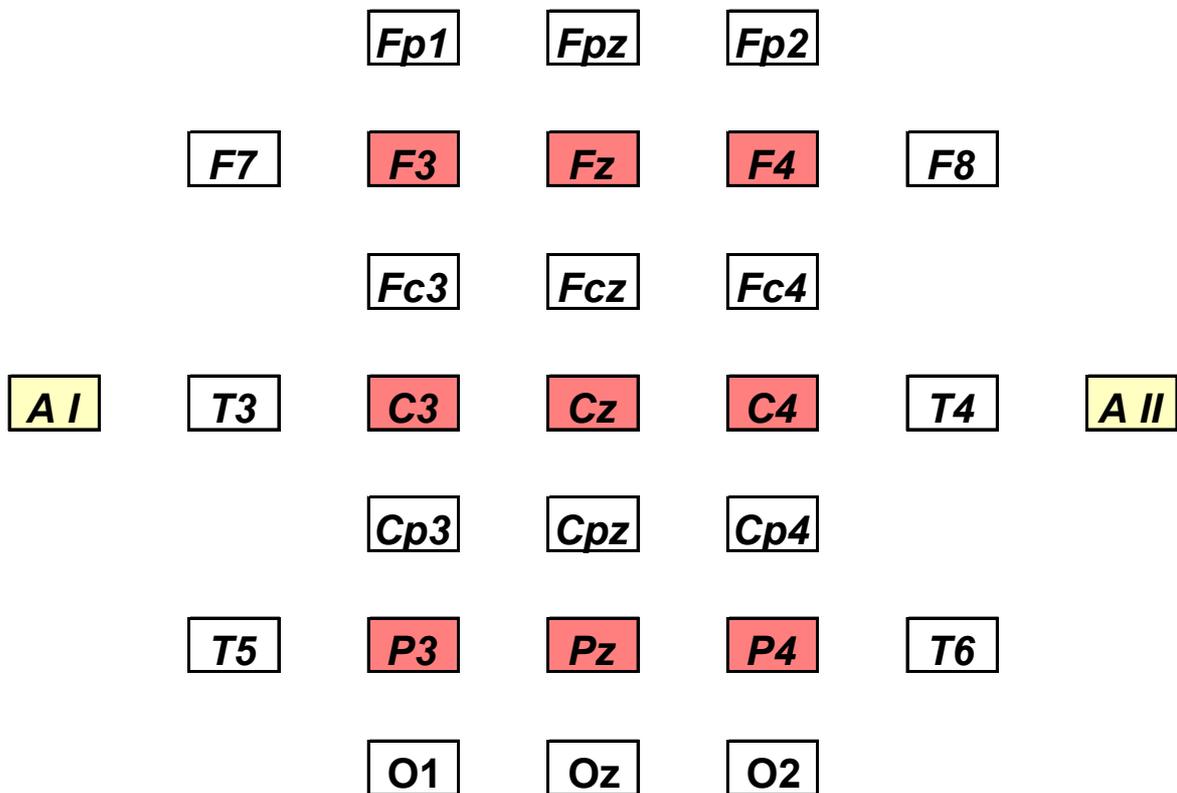


Abbildung A-2: Anordnung der Elektroden auf dem Kopf nach dem erweiterten 10-20-System. Gelb unterlegt (A I und A II) sind die Elektroden über den Mastoidknochen. Rot unterlegt sind die Elektrodenpositionen, die in der vorliegenden Untersuchung in die statistische Auswertung eingegangen sind.

Tabelle A-1: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Baseline-Amplitude.

**Baseline**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	.777	.508
	Huynh-Feldt	2.037	.777	.464
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.552	.768
	Huynh-Feldt	4.074	.552	.701
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	144.620		
FRONT	Sphärizität angenommen	2	1.031	.359
	Huynh-Feldt	1.810	1.031	.354
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.224	.069
	Huynh-Feldt	3.620	2.224	.076
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	128.524		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	50.197	.000
	Huynh-Feldt	1.683	50.197	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.100	.982
	Huynh-Feldt	3.365	.100	.970
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	119.471		
BLOCK * FRONT	Sphärizität angenommen	6	1.274	.268
	Huynh-Feldt	2.188	1.274	.284
BLOCK * FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	12	1.009	.439
	Huynh-Feldt	4.375	1.009	.409
Fehler(BLOCK*FRONT)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	155.326		
BLOCK * HEMIS	Sphärizität angenommen	6	.647	.693
	Huynh-Feldt	5.739	.647	.686
BLOCK * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.338	.982
	Huynh-Feldt	11.478	.338	.979
Fehler(BLOCK*HEMIS)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	407.470		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	39.350	.000
	Huynh-Feldt	2.438	39.350	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.541	.825
	Huynh-Feldt	4.876	.541	.741
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	173.105		
BLOCK * FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	12	.814	.637
	Huynh-Feldt	10.438	.814	.620
BLOCK * FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.222	.213
	Huynh-Feldt	20.875	1.222	.225
Fehler(BLOCK*FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	741.064		

**Baseline**

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
GROUP	4505.483	2	2252.741	3.356	.040
Fehler	47655.908	71	671.210		

Tabelle A-2: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die Latenz der P3-Amplitude nach S1.

**P3-Latenz**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	16.615	.000
	Huynh-Feldt	1.895	16.615	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.080	.369
	Huynh-Feldt	3.791	1.080	.367
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	134.580		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	7.408	.001
	Huynh-Feldt	1.519	7.408	.003
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.606	.176
	Huynh-Feldt	3.038	1.606	.192
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	107.837		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	1.883	.133
	Huynh-Feldt	2.910	1.883	.135
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	1.715	.119
	Huynh-Feldt	5.820	1.715	.121
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	206.622		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	1.331	.259
	Huynh-Feldt	3.668	1.331	.261
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.851	.558
	Huynh-Feldt	7.335	.851	.550
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	260.407		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	.949	.460
	Huynh-Feldt	4.950	.949	.449
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	1.751	.054
	Huynh-Feldt	9.899	1.751	.069
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	351.431		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	.718	.636
	Huynh-Feldt	3.645	.718	.568
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	1.019	.430
	Huynh-Feldt	7.290	1.019	.420
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	258.798		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	.705	.747
	Huynh-Feldt	8.575	.705	.697
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.202	.230
	Huynh-Feldt	17.150	1.202	.256
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	608.812		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	404478173.4	1	4.04E+08	4227.005	.000
GROUP	408203.584	2	204101.79	2.133	.126
Fehler	6793923.181	71	95689.059		

Tabelle A-3: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die P3-Amplitude.

**P3-Amplitude**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	233.850	.000
	Huynh-Feldt	1.226	233.850	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.911	.112
	Huynh-Feldt	2.452	1.911	.145
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	87.038		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	26.063	.000
	Huynh-Feldt	2.000	26.063	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.980	.420
	Huynh-Feldt	4.000	.980	.420
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	2.105	.101
	Huynh-Feldt	2.888	2.105	.103
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	1.741	.113
	Huynh-Feldt	5.775	1.741	.116
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	205.016		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	56.118	.000
	Huynh-Feldt	3.383	56.118	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.585	.790
	Huynh-Feldt	6.767	.585	.763
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	240.216		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	15.078	.000
	Huynh-Feldt	4.136	15.078	.000
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.493	.919
	Huynh-Feldt	8.272	.493	.866
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	293.673		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	.735	.621
	Huynh-Feldt	5.339	.735	.606
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	2.981	.001
	Huynh-Feldt	10.678	2.981	.001
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	379.054		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	2.791	.001
	Huynh-Feldt	10.047	2.791	.002
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.301	.152
	Huynh-Feldt	20.095	1.301	.170
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	713.361		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	286019.289	1	286019.29	320.997	.000
GROUP	98.208	2	49.104	.055	.946
Fehler	63263.345	71	891.033		

Tabelle A-4: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 710 bis 800 ms nach S1.

**Av1: 710 - 800 ms**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	27.659	.000
	Huynh-Feldt	3.000	27.659	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.971	.446
	Huynh-Feldt	6.000	.971	.446
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	213.000		
FRONT	Sphärizität angenommen	2	84.783	.000
	Huynh-Feldt	1.407	84.783	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.821	.514
	Huynh-Feldt	2.813	.821	.479
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	99.863		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	2.735	.068
	Huynh-Feldt	2.000	2.735	.068
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.986	.417
	Huynh-Feldt	4.000	.986	.417
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK * FRONT	Sphärizität angenommen	6	11.212	.000
	Huynh-Feldt	2.734	11.212	.000
BLOCK * FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.975	.472
	Huynh-Feldt	5.469	.975	.439
Fehler(BLOCK*FRONT)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	194.148		
BLOCK * HEMIS	Sphärizität angenommen	6	4.533	.000
	Huynh-Feldt	5.285	4.533	.000
BLOCK * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.300	.989
	Huynh-Feldt	10.569	.300	.984
Fehler(BLOCK*HEMIS)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	375.206		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	43.843	.000
	Huynh-Feldt	3.591	43.843	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.541	.825
	Huynh-Feldt	7.183	.541	.808
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	254.992		
BLOCK * FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	12	4.494	.000
	Huynh-Feldt	10.802	4.494	.000
BLOCK * FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.411	.091
	Huynh-Feldt	21.604	1.411	.101
Fehler(BLOCK*FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	766.955		

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	15565.046	1	15565.046	25.097	.000
GROUP	2078.786	2	1039.393	1.676	.194
Fehler	44034.658	71	620.206		

Tabelle A-5: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 810 bis 900 ms nach S1.

**Av2: 810 - 900 ms**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	23.203	.000
	Huynh-Feldt	2.886	23.203	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.566	.757
	Huynh-Feldt	5.772	.566	.751
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	204.921		
FRONT	Sphärizität angenommen	2	35.521	.000
	Huynh-Feldt	1.439	35.521	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.406	.804
	Huynh-Feldt	2.877	.406	.741
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	102.149		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	6.016	.003
	Huynh-Feldt	2.000	6.016	.003
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.120	.350
	Huynh-Feldt	4.000	1.120	.350
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK * FRONT	Sphärizität angenommen	6	12.526	.000
	Huynh-Feldt	2.946	12.526	.000
BLOCK * FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.492	.919
	Huynh-Feldt	5.892	.492	.811
Fehler(BLOCK*FRONT)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	209.180		
BLOCK * HEMIS	Sphärizität angenommen	6	4.750	.000
	Huynh-Feldt	5.278	4.750	.000
BLOCK * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.866	.582
	Huynh-Feldt	10.556	.866	.570
Fehler(BLOCK*HEMIS)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	374.755		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	36.002	.000
	Huynh-Feldt	3.834	36.002	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.442	.895
	Huynh-Feldt	7.669	.442	.889
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	272.249		
BLOCK * FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	12	3.755	.000
	Huynh-Feldt	11.011	3.755	.000
BLOCK * FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.350	.122
	Huynh-Feldt	22.023	1.350	.131
Fehler(BLOCK*FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	781.809		

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	2344.305	1	2344.305	3.861	.053
GROUP	2181.746	2	1090.873	1.797	.173
Fehler	43109.975	71	607.183		

Tabelle A-6: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 910 bis 1000 ms nach S1.

**Av3: 910 - 1000 ms**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	10.119	.000
	Huynh-Feldt	2.741	10.119	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.799	.572
	Huynh-Feldt	5.481	.799	.562
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	194.588		
FRONT	Sphärizität angenommen	2	10.829	.000
	Huynh-Feldt	1.514	10.829	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.572	.684
	Huynh-Feldt	3.028	.572	.636
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	107.506		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	5.792	.004
	Huynh-Feldt	1.997	5.792	.004
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.244	.295
	Huynh-Feldt	3.994	1.244	.295
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	141.782		
BLOCK * FRONT	Sphärizität angenommen	6	11.538	.000
	Huynh-Feldt	3.453	11.538	.000
BLOCK * FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.390	.967
	Huynh-Feldt	6.906	.390	.906
Fehler(BLOCK*FRONT)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	245.153		
BLOCK * HEMIS	Sphärizität angenommen	6	3.660	.001
	Huynh-Feldt	4.936	3.660	.003
BLOCK * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.503	.913
	Huynh-Feldt	9.871	.503	.886
Fehler(BLOCK*HEMIS)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	350.424		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	27.136	.000
	Huynh-Feldt	4.000	27.136	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.362	.940
	Huynh-Feldt	8.000	.362	.940
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	284.000		
BLOCK * FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	12	2.576	.002
	Huynh-Feldt	10.740	2.576	.004
BLOCK * FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.101	.335
	Huynh-Feldt	21.479	1.101	.340
Fehler(BLOCK*FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	762.513		

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	369.573	1	369.573	.732	.395
GROUP	1828.676	2	914.338	1.810	.171
Fehler	35859.705	71	505.066		

Tabelle A-7: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1010 bis 1100 ms nach S1.

**Av4: 1010 - 1100 ms**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	7.872	.000
	Huynh-Feldt	2.640	7.872	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	1.325	.247
	Huynh-Feldt	5.280	1.325	.253
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	187.456		
FRONT	Sphärizität angenommen	2	2.918	.057
	Huynh-Feldt	1.583	2.918	.070
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.605	.659
	Huynh-Feldt	3.166	.605	.622
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	112.376		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	6.619	.002
	Huynh-Feldt	2.000	6.619	.002
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.184	.321
	Huynh-Feldt	4.000	1.184	.321
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK * FRONT	Sphärizität angenommen	6	11.547	.000
	Huynh-Feldt	3.877	11.547	.000
BLOCK * FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.571	.865
	Huynh-Feldt	7.755	.571	.796
Fehler(BLOCK*FRONT)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	275.290		
BLOCK * HEMIS	Sphärizität angenommen	6	4.740	.000
	Huynh-Feldt	5.272	4.740	.000
BLOCK * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.420	.956
	Huynh-Feldt	10.543	.420	.943
Fehler(BLOCK*HEMIS)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	374.294		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	19.060	.000
	Huynh-Feldt	4.000	19.060	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.427	.905
	Huynh-Feldt	8.000	.427	.905
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	284.000		
BLOCK * FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	12	2.484	.003
	Huynh-Feldt	11.090	2.484	.004
BLOCK * FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.141	.290
	Huynh-Feldt	22.180	1.141	.295
Fehler(BLOCK*FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	787.407		

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	5.500	1	5.500	.011	.917
GROUP	1980.038	2	990.019	1.952	.150
Fehler	36005.448	71	507.119		

Tabelle A-8: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1110 bis 1200 ms nach S1.

**Av5: 1110 - 1200 ms**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	6.551	.000
	Huynh-Feldt	2.884	6.551	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	2.016	.065
	Huynh-Feldt	5.768	2.016	.068
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	204.776		
FRONT	Sphärizität angenommen	2	.406	.667
	Huynh-Feldt	1.546	.406	.615
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.639	.635
	Huynh-Feldt	3.092	.639	.596
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	109.776		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	2.823	.063
	Huynh-Feldt	2.000	2.823	.063
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.753	.557
	Huynh-Feldt	4.000	.753	.557
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK * FRONT	Sphärizität angenommen	6	8.919	.000
	Huynh-Feldt	3.760	8.919	.000
BLOCK * FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.606	.838
	Huynh-Feldt	7.521	.606	.763
Fehler(BLOCK*FRONT)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	266.987		
BLOCK * HEMIS	Sphärizität angenommen	6	4.687	.000
	Huynh-Feldt	4.831	4.687	.000
BLOCK * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.446	.944
	Huynh-Feldt	9.663	.446	.919
Fehler(BLOCK*HEMIS)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	343.020		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	23.298	.000
	Huynh-Feldt	3.916	23.298	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.391	.925
	Huynh-Feldt	7.832	.391	.922
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	278.042		
BLOCK * FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	12	2.841	.001
	Huynh-Feldt	11.224	2.841	.001
BLOCK * FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.258	.183
	Huynh-Feldt	22.448	1.258	.190
Fehler(BLOCK*FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	796.907		

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	624.756	1	624.756	1.182	.281
GROUP	1314.157	2	657.078	1.243	.295
Fehler	37531.663	71	528.615		

Tabelle A-9: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die Latenz der Abschalt-Positivierung.

**Latenz der Abschalt-Positivierung**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	2.755	.067
	Huynh-Feldt	1.645	2.755	.078
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.971	.426
	Huynh-Feldt	3.291	.971	.415
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	116.817		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	5.974	.003
	Huynh-Feldt	1.745	5.974	.005
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.516	.724
	Huynh-Feldt	3.490	.516	.699
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	123.879		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	7.814	.000
	Huynh-Feldt	2.319	7.814	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.574	.751
	Huynh-Feldt	4.638	.574	.707
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	164.653		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	4.208	.003
	Huynh-Feldt	3.798	4.208	.003
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.812	.592
	Huynh-Feldt	7.595	.812	.587
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	269.633		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	.425	.863
	Huynh-Feldt	4.197	.425	.800
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	1.368	.178
	Huynh-Feldt	8.394	1.368	.207
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	297.970		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	1.667	.127
	Huynh-Feldt	5.835	1.667	.130
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	1.036	.414
	Huynh-Feldt	11.671	1.036	.414
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	414.306		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	.629	.819
	Huynh-Feldt	9.038	.629	.774
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	.467	.987
	Huynh-Feldt	18.076	.467	.971
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	641.708		

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	4382574798	1	4.38E+09	32683.640	.000
GROUP	147708.422	2	73854.211	.551	.579
Fehler	9520445.481	71	134090.78		

Tabelle A-10: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude der Abschalt-Positivierung.

**Abschalt-Positivierung**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	11.954	.000
	Huynh-Feldt	1.436	11.954	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.697	.595
	Huynh-Feldt	2.871	.697	.550
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	101.932		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	6.793	.002
	Huynh-Feldt	2.000	6.793	.002
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.555	.695
	Huynh-Feldt	4.000	.555	.695
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	10.982	.000
	Huynh-Feldt	2.957	10.982	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	1.577	.155
	Huynh-Feldt	5.914	1.577	.156
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	209.951		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	16.821	.000
	Huynh-Feldt	3.977	16.821	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.648	.737
	Huynh-Feldt	7.953	.648	.736
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	282.332		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	6.468	.000
	Huynh-Feldt	3.765	6.468	.000
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.756	.696
	Huynh-Feldt	7.530	.756	.634
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	267.328		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	6.265	.000
	Huynh-Feldt	5.312	6.265	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.529	.896
	Huynh-Feldt	10.625	.529	.879
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	377.172		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	1.416	.152
	Huynh-Feldt	11.023	1.416	.160
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.070	.373
	Huynh-Feldt	22.045	1.070	.375
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	782.608		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	55492.730	1	55492.730	91.224	.000
GROUP	1711.719	2	855.860	1.407	.252
Fehler	43190.369	71	608.315		

Tabelle A-11: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1510 bis 1900 ms nach S1.

AV1-korr: 1510 - 1900 ms

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	27.637	.000
	Huynh-Feldt	1.221	27.637	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.024	.999
	Huynh-Feldt	2.443	.024	.988
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	86.723		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	21.257	.000
	Huynh-Feldt	2.000	21.257	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.570	.186
	Huynh-Feldt	4.000	1.570	.186
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	6.560	.000
	Huynh-Feldt	2.370	6.560	.001
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.493	.813
	Huynh-Feldt	4.740	.493	.771
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	168.275		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	19.790	.000
	Huynh-Feldt	3.930	19.790	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.314	.236
	Huynh-Feldt	7.860	1.314	.237
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	279.022		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	4.279	.000
	Huynh-Feldt	3.993	4.279	.002
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.798	.652
	Huynh-Feldt	7.986	.798	.604
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	283.513		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	7.051	.000
	Huynh-Feldt	4.726	7.051	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.750	.702
	Huynh-Feldt	9.452	.750	.670
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	335.534		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	3.160	.000
	Huynh-Feldt	10.586	3.160	.000
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	.740	.813
	Huynh-Feldt	21.173	.740	.795
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	751.633		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	51910.330	1	51910.330	156.701	.000
GROUP	84.135	2	42.067	.127	.881
Fehler	23520.107	71	331.269		

Tabelle A-12: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1910 bis 2300 ms nach S1.

Av2-korr: 1910 - 2300 ms

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	16.084	.000
	Huynh-Feldt	1.230	16.084	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.025	.999
	Huynh-Feldt	2.460	.025	.988
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	87.318		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	21.674	.000
	Huynh-Feldt	2.000	21.674	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.544	.704
	Huynh-Feldt	4.000	.544	.704
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	8.213	.000
	Huynh-Feldt	2.821	8.213	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.174	.983
	Huynh-Feldt	5.642	.174	.980
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	200.299		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	22.039	.000
	Huynh-Feldt	3.819	22.039	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.949	.477
	Huynh-Feldt	7.638	.949	.474
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	271.139		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	3.877	.001
	Huynh-Feldt	3.626	3.877	.006
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.595	.846
	Huynh-Feldt	7.252	.595	.765
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	257.436		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	6.149	.000
	Huynh-Feldt	5.380	6.149	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.529	.896
	Huynh-Feldt	10.760	.529	.880
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	381.984		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	4.692	.000
	Huynh-Feldt	10.356	4.692	.000
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	1.093	.345
	Huynh-Feldt	20.711	1.093	.350
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	735.241		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	88792.607	1	88792.607	190.524	.000
GROUP	130.141	2	65.070	.140	.870
Fehler	33089.055	71	466.043		

Tabelle A-13: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 2310 bis 2700 ms nach S1.

Av3-korr: 2310 - 2700 ms

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	10.556	.000
	Huynh-Feldt	1.295	10.556	.001
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.032	.998
	Huynh-Feldt	2.589	.032	.986
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	91.926		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	15.923	.000
	Huynh-Feldt	2.000	15.923	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.424	.791
	Huynh-Feldt	4.000	.424	.791
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	11.020	.000
	Huynh-Feldt	2.760	11.020	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.429	.859
	Huynh-Feldt	5.521	.429	.845
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	195.988		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	25.322	.000
	Huynh-Feldt	3.902	25.322	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.819	.587
	Huynh-Feldt	7.804	.819	.584
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	277.041		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	2.950	.008
	Huynh-Feldt	3.744	2.950	.023
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.588	.852
	Huynh-Feldt	7.488	.588	.777
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	265.833		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	6.977	.000
	Huynh-Feldt	5.577	6.977	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.562	.872
	Huynh-Feldt	11.153	.562	.861
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	395.940		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	5.128	.000
	Huynh-Feldt	10.467	5.128	.000
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	.988	.480
	Huynh-Feldt	20.934	.988	.476
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	743.155		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	112129.922	1	112129.92	211.295	.000
GROUP	128.318	2	64.159	.121	.886
Fehler	37678.311	71	530.680		

Tabelle A-14: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 2710 bis 3100 ms nach S1.

**Av4-korr: 2710 - 3100 ms**

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	8.475	.000
	Huynh-Feldt	1.288	8.475	.002
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.182	.947
	Huynh-Feldt	2.576	.182	.883
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	91.457		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	10.846	.000
	Huynh-Feldt	2.000	10.846	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.456	.768
	Huynh-Feldt	4.000	.456	.768
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	11.948	.000
	Huynh-Feldt	2.772	11.948	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.936	.470
	Huynh-Feldt	5.545	.936	.465
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	196.845		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	27.894	.000
	Huynh-Feldt	3.919	27.894	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.826	.580
	Huynh-Feldt	7.838	.826	.578
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	278.263		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	2.886	.009
	Huynh-Feldt	3.579	2.886	.028
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.533	.893
	Huynh-Feldt	7.158	.533	.813
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	254.098		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	7.111	.000
	Huynh-Feldt	5.408	7.111	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.574	.864
	Huynh-Feldt	10.817	.574	.848
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	383.989		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	4.945	.000
	Huynh-Feldt	10.296	4.945	.000
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	.841	.685
	Huynh-Feldt	20.593	.841	.667
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	731.037		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	125521.652	1	125521.65	207.780	.000
GROUP	70.106	2	35.053	.058	.944
Fehler	42891.619	71	604.107		

Tabelle A-15: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 5010 bis 5400 ms nach S1.

Av5-korr: 5010 - 5400 ms

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	3.077	.049
	Huynh-Feldt	1.345	3.077	.070
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.168	.954
	Huynh-Feldt	2.691	.168	.900
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	95.526		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	4.492	.013
	Huynh-Feldt	2.000	4.492	.013
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.546	.702
	Huynh-Feldt	4.000	.546	.702
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	14.824	.000
	Huynh-Feldt	3.000	14.824	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.463	.835
	Huynh-Feldt	6.000	.463	.835
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	213.000		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	9.443	.000
	Huynh-Feldt	4.000	9.443	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.492	.862
	Huynh-Feldt	8.000	.492	.862
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	284.000		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	4.230	.000
	Huynh-Feldt	4.249	4.230	.002
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.329	.984
	Huynh-Feldt	8.498	.329	.960
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	301.681		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	5.125	.000
	Huynh-Feldt	5.891	5.125	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.786	.665
	Huynh-Feldt	11.782	.786	.663
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	418.264		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	2.833	.001
	Huynh-Feldt	9.477	2.833	.002
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	.790	.753
	Huynh-Feldt	18.955	.790	.721
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	672.894		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	218778.751	1	218778.75	235.988	.000
GROUP	861.685	2	430.842	.465	.630
Fehler	65822.352	71	927.075		

Tabelle A-16: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 5410 bis 5800 ms nach S1.

Av6-korr: 5410 - 5800 ms

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	2.917	.057
	Huynh-Feldt	1.373	2.917	.078
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.186	.945
	Huynh-Feldt	2.746	.186	.891
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	97.478		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	4.571	.012
	Huynh-Feldt	2.000	4.571	.012
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.639	.635
	Huynh-Feldt	4.000	.639	.635
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	13.538	.000
	Huynh-Feldt	3.000	13.538	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.429	.859
	Huynh-Feldt	6.000	.429	.859
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	213.000		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	7.680	.000
	Huynh-Feldt	3.988	7.680	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.459	.884
	Huynh-Feldt	7.975	.459	.884
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	283.125		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	4.221	.000
	Huynh-Feldt	4.303	4.221	.002
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.280	.992
	Huynh-Feldt	8.606	.280	.977
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	305.521		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	3.860	.001
	Huynh-Feldt	6.000	3.860	.001
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.970	.477
	Huynh-Feldt	12.000	.970	.477
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	426.000		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	2.635	.002
	Huynh-Feldt	9.195	2.635	.005
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	.865	.652
	Huynh-Feldt	18.389	.865	.624
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	652.819		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	244261.391	1	244261.39	236.152	.000
GROUP	624.506	2	312.253	.302	.740
Fehler	73438.203	71	1034.341		

Tabelle A-17: ANOVA Extraversion (GROUP) x Analysekomplexität (BLOCK) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 5810 bis zum S2-Onset.

Av7-korr: 5810 - 6000 ms

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	2.849	.061
	Huynh-Feldt	1.382	2.849	.081
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.197	.940
	Huynh-Feldt	2.763	.197	.884
Fehler(FRONT)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	98.098		
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	5.016	.008
	Huynh-Feldt	2.000	5.016	.008
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.559	.693
	Huynh-Feldt	4.000	.559	.693
Fehler(HEMIS)	Sphärizität angenommen	142		
	Huynh-Feldt	142.000		
BLOCK	Sphärizität angenommen	3	15.441	.000
	Huynh-Feldt	3.000	15.441	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	6	.240	.963
	Huynh-Feldt	6.000	.240	.963
Fehler(BLOCK)	Sphärizität angenommen	213		
	Huynh-Feldt	213.000		
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	6.968	.000
	Huynh-Feldt	4.000	6.968	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.509	.850
	Huynh-Feldt	8.000	.509	.850
Fehler(FRONT*HEMIS)	Sphärizität angenommen	284		
	Huynh-Feldt	284.000		
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	3.983	.001
	Huynh-Feldt	4.303	3.983	.003
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.263	.994
	Huynh-Feldt	8.607	.263	.981
Fehler(FRONT*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	305.547		
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	6	3.340	.003
	Huynh-Feldt	5.863	3.340	.003
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	12	.764	.688
	Huynh-Feldt	11.727	.764	.685
Fehler(HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	426		
	Huynh-Feldt	416.293		
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	12	2.310	.007
	Huynh-Feldt	9.010	2.310	.015
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	24	.845	.679
	Huynh-Feldt	18.021	.845	.647
Fehler(FRONT*HEMIS*BLOCK)	Sphärizität angenommen	852		
	Huynh-Feldt	639.744		

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	271033.207	1	271033.21	263.251	.000
GROUP	494.767	2	247.384	.240	.787
Fehler	73098.809	71	1029.561		

# **Anhang B**



## Allgemeine Instruktion

Diese Untersuchung beschäftigt sich mit der Frage, ob sich ein Einfluß von Persönlichkeitsmerkmalen auf Prozesse der Informationsverarbeitung im Elektroenzephalogramm (EEG) nachweisen läßt.

Im Laufe der Untersuchung werden Sie mit verschiedenen Aufgaben konfrontiert. Diese Aufgaben sind von ihrem Aufbau und Ablauf her ähnlich: Es wird Ihnen jeweils auf dem Bildschirm eine von zwei **geometrischen Figuren** - Dreieck und Quadrat - dargeboten. Ihre Aufgabe besteht nun immer darin, diese beiden Figuren zu erkennen und in einer bestimmten Art und Weise darauf zu reagieren.

Die Reaktionen erfolgen über die vier farbigen **Tasten**, welche vor Ihnen auf dem Tisch angebracht sind. Bitte legen Sie während der Aufgaben den **rechten Zeigefinger** auf die rote Taste, den **rechten Mittelfinger** auf die grüne Taste, den **linken Zeigefinger** auf die schwarze Taste sowie den **rechte Mittelfinger** auf die gelbe Taste. Lassen Sie die Finger während der Aufgaben bitte immer auf den Tasten liegen.

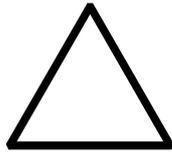
Die Untersuchung besteht aus **mehreren Teilen**. Vor jedem Teil wird Ihnen die genaue Aufgabe erklärt werden. Außerdem haben Sie dann auch Gelegenheit, die Aufgabe zu üben.

Bitte sitzen Sie während der gesamten Untersuchung möglichst ruhig und richten Sie Ihren Blick und Ihre Aufmerksamkeit auf den Bildschirm.

Wenn Sie noch Fragen haben, stellen Sie sie bitte jetzt. Ansonsten informieren Sie bitte die VersuchsleiterInnen, daß Sie mit der Untersuchung beginnen möchten!

## Instruktion „einfacher Tastendruck“

Bei dieser Aufgabe werden Ihnen auf dem Bildschirm **unterschiedliche Figuren** - ein **Dreieck** oder ein **Quadrat** - dargeboten. Die Figuren sind im folgenden abgebildet:



Ihre Aufgabe besteht darin, jeweils zu entscheiden, ob **die dargebotene Figur ein Dreieck oder ein Quadrat ist**.

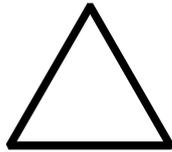
Einige Sekunden nachdem Ihnen eine Figur dargeboten wurde, erscheint am Bildschirm ein **Kreuz**. Dieses Kreuz ist das Signal für Ihre Reaktion: Wenn Sie zuvor ein **Dreieck** gesehen haben, drücken Sie bitte nach Erscheinen des Kreuzes so schnell wie möglich die **linke schwarze Taste**. Haben Sie aber ein **Quadrat** gesehen, so drücken Sie bitte so schnell wie möglich die **rechte rote Taste**! Bitte drücken Sie immer erst dann die Taste, wenn das Kreuz am Bildschirm erscheint.

Bevor der eigentliche Durchgang beginnt, haben Sie Gelegenheit, an einigen Beispielreizen die Aufgabe zu üben.

Wenn Sie noch Fragen haben, stellen Sie sie bitte jetzt. Ansonsten informieren Sie bitte die VersuchsleiterInnen, daß Sie mit dem Übungsdurchgang beginnen möchten!

## Instruktion „vierfacher Tastendruck“

Bei dieser Aufgabe werden Ihnen auf dem Bildschirm **unterschiedliche Figuren** - ein **Dreieck** oder ein **Quadrat** - dargeboten. Die Figuren sind im folgenden abgebildet:



Ihre Aufgabe besteht darin, jeweils zu entscheiden, ob **die dargebotene Figur ein Dreieck oder ein Quadrat ist**.

Einige Sekunden nachdem Ihnen eine Figur dargeboten wurde, erscheint am Bildschirm ein **Kreuz**. Dieses Kreuz ist das Signal für Ihre Reaktion: Wenn Sie zuvor ein **Dreieck** gesehen haben, drücken Sie bitte nach Erscheinen des Kreuzes so schnell wie möglich **viermal hintereinander die linke schwarze Taste**. Haben Sie aber ein **Quadrat** gesehen, so drücken Sie bitte so schnell wie möglich **viermal hintereinander die rechte rote Taste**! Bitte drücken Sie immer erst dann die Taste, wenn das Kreuz am Bildschirm erscheint.

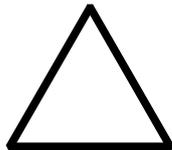
Bitte achten Sie darauf, daß Sie **so schnell wie möglich**, aber auch **richtig und vollständig** reagieren.

Bevor der eigentliche Durchgang beginnt, haben Sie Gelegenheit, an einigen Beispielreizen die Aufgabe zu üben.

Wenn Sie noch Fragen haben, stellen Sie sie bitte jetzt. Ansonsten informieren Sie bitte die VersuchsleiterInnen, daß Sie mit dem Übungsdurchgang beginnen möchten!

## Instruktion „Tastenwechsel“

Bei dieser Aufgabe werden Ihnen auf dem Bildschirm **unterschiedliche Figuren** - ein **Dreieck** oder ein **Quadrat** - dargeboten. Die Figuren sind im folgenden abgebildet:



Ihre Aufgabe besteht darin, jeweils zu entscheiden, ob **die dargebotene Figur ein Dreieck oder ein Quadrat ist**.

Einige Sekunden nachdem Ihnen eine Figur dargeboten wurde, erscheint am Bildschirm ein **Kreuz**. Dieses Kreuz ist das Signal für Ihre Reaktion: Wenn Sie zuvor ein **Dreieck** gesehen haben, drücken Sie bitte nach Erscheinen des Kreuzes so schnell wie möglich **einmal die linke schwarze Taste** mit dem Zeigefinger, dann **zweimal die linke gelbe Taste** mit dem Mittelfinger und dann noch **einmal die linke schwarze Taste** mit dem Zeigefinger. Haben Sie aber ein **Quadrat** gesehen, so drücken Sie bitte so schnell wie möglich **einmal die rechte rote Taste** (Zeigefinger), **zweimal die rechte grüne Taste** (Mittelfinger) und noch **einmal die rechte rote Taste** (Zeigefinger)! Bitte drücken Sie immer erst dann die Taste, wenn das Kreuz am Bildschirm erscheint.

Bitte achten Sie darauf, daß Sie **so schnell wie möglich**, aber auch **richtig und vollständig** reagieren.

Bevor der eigentliche Durchgang beginnt, haben Sie Gelegenheit, an einigen Beispielreizen die Aufgabe zu üben.

Wenn Sie noch Fragen haben, stellen Sie sie bitte jetzt. Ansonsten informieren Sie bitte die VersuchsleiterInnen, daß Sie mit dem Übungsdurchgang beginnen möchten!

Tabelle B-1: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Baseline-Amplitude.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	1.353	.262
	Huynh-Feldt	1.877	1.353	.262
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.803	.525
	Huynh-Feldt	3.755	.803	.519
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	2.976	.055
	Huynh-Feldt	2.000	2.976	.055
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.914	.458
	Huynh-Feldt	4.000	.914	.458
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.390	.678
	Huynh-Feldt	2.000	.390	.678
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.798	.529
	Huynh-Feldt	4.000	.798	.529
HALF	Sphärizität angenommen	1	6.418	.014
	Huynh-Feldt	1.000	6.418	.014
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.632	.203
	Huynh-Feldt	2.000	1.632	.203
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	1.408	.232
	Huynh-Feldt	2.818	1.408	.243
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.616	.764
	Huynh-Feldt	5.635	.616	.707
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.928	.448
	Huynh-Feldt	3.961	.928	.448
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.787	.080
	Huynh-Feldt	7.921	1.787	.081
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.312	.266
	Huynh-Feldt	3.426	1.312	.269
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.611	.122
	Huynh-Feldt	6.852	1.611	.135
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.666	.722
	Huynh-Feldt	6.638	.666	.693
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.246	.228
	Huynh-Feldt	13.276	1.246	.242
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.880	.157
	Huynh-Feldt	1.640	1.880	.165
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.702	.592
	Huynh-Feldt	3.280	.702	.565
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.389	.679
	Huynh-Feldt	1.408	.389	.606
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.934	.446
	Huynh-Feldt	2.815	.934	.423
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.745	.029
	Huynh-Feldt	1.542	2.745	.083
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.312	.238
	Huynh-Feldt	3.084	1.312	.275
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.687	.505
	Huynh-Feldt	2.000	.687	.505
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.870	.484
	Huynh-Feldt	4.000	.870	.484
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.342	.849
	Huynh-Feldt	1.777	.342	.686
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.212	.989
	Huynh-Feldt	3.555	.212	.915
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.975	.422
	Huynh-Feldt	1.548	.975	.362
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.177	.313
	Huynh-Feldt	3.097	1.177	.323
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.457	.170
	Huynh-Feldt	1.530	1.457	.238
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.296	.195
	Huynh-Feldt	3.060	1.296	.280

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	2683778.285	1	2683778.3	9.552	.003
GROUP	1808393.500	2	904196.75	3.218	.047
Fehler	17982595.492	64	280978.05		

Tabelle B-2: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 710 bis 800 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	58.708	.000
	Huynh-Feldt	1.348	58.708	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.334	.261
	Huynh-Feldt	2.697	1.334	.270
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	3.224	.043
	Huynh-Feldt	2.000	3.224	.043
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.363	.834
	Huynh-Feldt	4.000	.363	.834
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.839	.434
	Huynh-Feldt	2.000	.839	.434
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.624	.646
	Huynh-Feldt	4.000	.624	.646
HALF	Sphärizität angenommen	1	14.522	.000
	Huynh-Feldt	1.000	14.522	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	5.010	.010
	Huynh-Feldt	2.000	5.010	.010
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	74.725	.000
	Huynh-Feldt	3.767	74.725	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.817	.588
	Huynh-Feldt	7.533	.817	.581
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.477	.209
	Huynh-Feldt	2.436	1.477	.228
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.538	.827
	Huynh-Feldt	4.871	.538	.743
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.682	.605
	Huynh-Feldt	4.000	.682	.605
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.437	.898
	Huynh-Feldt	8.000	.437	.898
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.971	.458
	Huynh-Feldt	6.913	.971	.451
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.106	.346
	Huynh-Feldt	13.827	1.106	.350
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	3.006	.053
	Huynh-Feldt	1.245	3.006	.078
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.523	.199
	Huynh-Feldt	2.489	1.523	.220
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	7.198	.001
	Huynh-Feldt	1.723	7.198	.002
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.224	.304
	Huynh-Feldt	3.445	1.224	.305
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.148	.334
	Huynh-Feldt	3.982	1.148	.334
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.755	.643
	Huynh-Feldt	7.965	.755	.642
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.797	.453
	Huynh-Feldt	2.000	.797	.453
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.807	.523
	Huynh-Feldt	4.000	.807	.523
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.302	.876
	Huynh-Feldt	2.362	.302	.775
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.776	.082
	Huynh-Feldt	4.724	1.776	.125
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.121	.347
	Huynh-Feldt	3.870	1.121	.347
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.728	.092
	Huynh-Feldt	7.741	1.728	.095
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.811	.593
	Huynh-Feldt	7.686	.811	.589
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.709	.786
	Huynh-Feldt	15.371	.709	.780

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	85.719	1	85.719	.179	.674
GROUP	232.857	2	116.429	.242	.785
Fehler	30731.758	64	480.184		

Tabelle B-3: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 810 bis 900 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	36.187	.000
	Huynh-Feldt	1.381	36.187	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.871	.026
	Huynh-Feldt	2.762	2.871	.045
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	5.304	.006
	Huynh-Feldt	2.000	5.304	.006
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.382	.821
	Huynh-Feldt	4.000	.382	.821
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	4.351	.015
	Huynh-Feldt	2.000	4.351	.015
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.561	.691
	Huynh-Feldt	4.000	.561	.691
HALF	Sphärizität angenommen	1	12.290	.001
	Huynh-Feldt	1.000	12.290	.001
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	4.505	.015
	Huynh-Feldt	2.000	4.505	.015
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	63.534	.000
	Huynh-Feldt	3.809	63.534	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.746	.651
	Huynh-Feldt	7.618	.746	.644
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	2.230	.066
	Huynh-Feldt	2.415	2.230	.100
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.518	.842
	Huynh-Feldt	4.831	.518	.756
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	3.547	.008
	Huynh-Feldt	4.000	3.547	.008
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.211	.292
	Huynh-Feldt	8.000	1.211	.292
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	1.336	.223
	Huynh-Feldt	7.144	1.336	.230
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.397	.138
	Huynh-Feldt	14.289	1.397	.148
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	5.147	.007
	Huynh-Feldt	1.262	5.147	.019
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.392	.240
	Huynh-Feldt	2.525	1.392	.253
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	6.962	.001
	Huynh-Feldt	1.988	6.962	.001
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.676	.160
	Huynh-Feldt	3.976	1.676	.160
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.333	.258
	Huynh-Feldt	3.767	1.333	.260
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.494	.860
	Huynh-Feldt	7.535	.494	.850
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.567	.569
	Huynh-Feldt	2.000	.567	.569
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.792	.532
	Huynh-Feldt	4.000	.792	.532
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.125	.973
	Huynh-Feldt	2.415	.125	.915
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.550	.818
	Huynh-Feldt	4.831	.550	.733
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.215	.305
	Huynh-Feldt	3.771	1.215	.305
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.907	.512
	Huynh-Feldt	7.543	.907	.507
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.962	.465
	Huynh-Feldt	7.489	.962	.461
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.727	.767
	Huynh-Feldt	14.977	.727	.757

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	2233.462	1	2233.462	5.232	.025
GROUP	57.759	2	28.880	.068	.935
Fehler	27320.943	64	426.890		

Tabelle B-4: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 910 bis 1000 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärität angenommen	2	18.262	.000
	Huynh-Feldt	1.382	18.262	.000
FRONT * GROUP	Sphärität angenommen	4	3.228	.015
	Huynh-Feldt	2.764	3.228	.030
HEMIS	Sphärität angenommen	2	7.036	.001
	Huynh-Feldt	2.000	7.036	.001
HEMIS * GROUP	Sphärität angenommen	4	.583	.675
	Huynh-Feldt	4.000	.583	.675
BLOCK	Sphärität angenommen	2	1.838	.163
	Huynh-Feldt	2.000	1.838	.163
BLOCK * GROUP	Sphärität angenommen	4	.522	.719
	Huynh-Feldt	4.000	.522	.719
HALF	Sphärität angenommen	1	7.523	.008
	Huynh-Feldt	1.000	7.523	.008
HALF * GROUP	Sphärität angenommen	2	4.196	.019
	Huynh-Feldt	2.000	4.196	.019
FRONT * HEMIS	Sphärität angenommen	4	47.651	.000
	Huynh-Feldt	3.884	47.651	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärität angenommen	8	.644	.741
	Huynh-Feldt	7.767	.644	.736
FRONT * BLOCK	Sphärität angenommen	4	2.197	.070
	Huynh-Feldt	2.542	2.197	.101
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärität angenommen	8	.477	.872
	Huynh-Feldt	5.084	.477	.796
HEMIS * BLOCK	Sphärität angenommen	4	2.459	.046
	Huynh-Feldt	3.994	2.459	.046
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärität angenommen	8	1.208	.294
	Huynh-Feldt	7.989	1.208	.294
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärität angenommen	8	1.082	.374
	Huynh-Feldt	7.172	1.082	.374
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärität angenommen	16	1.336	.170
	Huynh-Feldt	14.344	1.336	.180
FRONT * HALF	Sphärität angenommen	2	7.957	.001
	Huynh-Feldt	1.242	7.957	.004
FRONT * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	4	.782	.539
	Huynh-Feldt	2.484	.782	.486
HEMIS * HALF	Sphärität angenommen	2	2.506	.086
	Huynh-Feldt	2.000	2.506	.086
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	4	1.439	.225
	Huynh-Feldt	4.000	1.439	.225
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärität angenommen	4	1.880	.114
	Huynh-Feldt	3.236	1.880	.129
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	8	1.104	.361
	Huynh-Feldt	6.472	1.104	.362
BLOCK * HALF	Sphärität angenommen	2	.903	.408
	Huynh-Feldt	2.000	.903	.408
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	4	.181	.948
	Huynh-Feldt	4.000	.181	.948
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärität angenommen	4	.318	.866
	Huynh-Feldt	2.559	.318	.780
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	8	1.538	.144
	Huynh-Feldt	5.117	1.538	.179
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärität angenommen	4	1.010	.403
	Huynh-Feldt	3.802	1.010	.400
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	8	.659	.727
	Huynh-Feldt	7.605	.659	.719
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärität angenommen	8	.920	.499
	Huynh-Feldt	7.975	.920	.499
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	16	.715	.780
	Huynh-Feldt	15.951	.715	.780

Maß: MASS\_1  
Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	5780.216	1	5780.216	13.870	.000
GROUP	264.753	2	132.377	.318	.729
Fehler	26672.394	64	416.756		

Tabelle B-5: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1010 bis 1100 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	11.415	.000
	Huynh-Feldt	1.381	11.415	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	3.360	.012
	Huynh-Feldt	2.761	3.360	.025
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	5.997	.003
	Huynh-Feldt	2.000	5.997	.003
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.668	.616
	Huynh-Feldt	4.000	.668	.616
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.835	.436
	Huynh-Feldt	2.000	.835	.436
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.727	.575
	Huynh-Feldt	4.000	.727	.575
HALF	Sphärizität angenommen	1	8.534	.005
	Huynh-Feldt	1.000	8.534	.005
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	5.736	.005
	Huynh-Feldt	2.000	5.736	.005
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	34.537	.000
	Huynh-Feldt	3.926	34.537	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.553	.816
	Huynh-Feldt	7.852	.553	.813
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.999	.409
	Huynh-Feldt	2.517	.999	.385
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.388	.926
	Huynh-Feldt	5.033	.388	.857
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	2.081	.084
	Huynh-Feldt	4.000	2.081	.084
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.619	.761
	Huynh-Feldt	8.000	.619	.761
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	1.236	.275
	Huynh-Feldt	6.848	1.236	.282
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.555	.077
	Huynh-Feldt	13.697	1.555	.091
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	4.722	.011
	Huynh-Feldt	1.237	4.722	.025
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.887	.474
	Huynh-Feldt	2.475	.887	.435
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.560	.214
	Huynh-Feldt	2.000	1.560	.214
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.410	.053
	Huynh-Feldt	4.000	2.410	.053
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.880	.114
	Huynh-Feldt	3.443	1.880	.125
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.180	.312
	Huynh-Feldt	6.886	1.180	.316
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.161	.852
	Huynh-Feldt	2.000	.161	.852
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.123	.974
	Huynh-Feldt	4.000	.123	.974
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.056	.379
	Huynh-Feldt	2.528	1.056	.362
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.134	.341
	Huynh-Feldt	5.056	1.134	.345
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.340	.851
	Huynh-Feldt	3.873	.340	.845
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.597	.780
	Huynh-Feldt	7.746	.597	.775
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.819	.586
	Huynh-Feldt	7.571	.819	.580
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.929	.536
	Huynh-Feldt	15.141	.929	.532

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	7336.760	1	7336.760	18.285	.000
GROUP	615.062	2	307.531	.766	.469
Fehler	25679.503	64	401.242		

Tabelle B-6: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1110 bis 1200 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	1.148	.320
	Huynh-Feldt	1.385	1.148	.305
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	3.779	.006
	Huynh-Feldt	2.769	3.779	.016
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	5.539	.005
	Huynh-Feldt	2.000	5.539	.005
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.251	.908
	Huynh-Feldt	4.000	.251	.908
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	1.430	.243
	Huynh-Feldt	2.000	1.430	.243
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.880	.478
	Huynh-Feldt	4.000	.880	.478
HALF	Sphärizität angenommen	1	10.546	.002
	Huynh-Feldt	1.000	10.546	.002
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	5.855	.005
	Huynh-Feldt	2.000	5.855	.005
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	34.560	.000
	Huynh-Feldt	3.899	34.560	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.644	.741
	Huynh-Feldt	7.799	.644	.737
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.411	.801
	Huynh-Feldt	2.469	.411	.706
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.421	.908
	Huynh-Feldt	4.938	.421	.832
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	2.392	.051
	Huynh-Feldt	4.000	2.392	.051
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.600	.777
	Huynh-Feldt	8.000	.600	.777
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	1.202	.295
	Huynh-Feldt	7.007	1.202	.300
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.713	.041
	Huynh-Feldt	14.013	1.713	.050
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	2.204	.115
	Huynh-Feldt	1.338	2.204	.134
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.961	.431
	Huynh-Feldt	2.677	.961	.407
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.653	.522
	Huynh-Feldt	1.847	.653	.511
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.829	.127
	Huynh-Feldt	3.695	1.829	.133
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.655	.161
	Huynh-Feldt	3.258	1.655	.174
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.723	.093
	Huynh-Feldt	6.515	1.723	.111
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.792	.455
	Huynh-Feldt	2.000	.792	.455
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.586	.673
	Huynh-Feldt	4.000	.586	.673
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.045	.385
	Huynh-Feldt	2.289	1.045	.362
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.628	.754
	Huynh-Feldt	4.578	.628	.665
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.397	.811
	Huynh-Feldt	3.734	.397	.798
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.005	.433
	Huynh-Feldt	7.467	1.005	.431
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.428	.904
	Huynh-Feldt	6.718	.428	.878
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.161	.296
	Huynh-Feldt	13.437	1.161	.304

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	6242.270	1	6242.270	13.072	.001
GROUP	200.336	2	100.168	.210	.811
Fehler	30562.127	64	477.533		

Tabelle B-7: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1210 bis 1300 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	3.474	.034
	Huynh-Feldt	1.367	3.474	.052
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.210	.072
	Huynh-Feldt	2.734	2.210	.098
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	5.138	.007
	Huynh-Feldt	2.000	5.138	.007
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.232	.920
	Huynh-Feldt	4.000	.232	.920
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	2.130	.123
	Huynh-Feldt	1.922	2.130	.125
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.369	.830
	Huynh-Feldt	3.844	.369	.823
HALF	Sphärizität angenommen	1	5.680	.020
	Huynh-Feldt	1.000	5.680	.020
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	5.045	.009
	Huynh-Feldt	2.000	5.045	.009
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	22.251	.000
	Huynh-Feldt	3.655	22.251	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.715	.679
	Huynh-Feldt	7.309	.715	.666
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.068	.991
	Huynh-Feldt	2.541	.068	.963
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.402	.919
	Huynh-Feldt	5.083	.402	.849
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	2.842	.025
	Huynh-Feldt	4.000	2.842	.025
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.296	.967
	Huynh-Feldt	8.000	.296	.967
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	1.304	.239
	Huynh-Feldt	5.996	1.304	.254
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.417	.128
	Huynh-Feldt	11.992	1.417	.155
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.059	.942
	Huynh-Feldt	1.368	.059	.879
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.026	.396
	Huynh-Feldt	2.736	1.026	.380
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.101	.336
	Huynh-Feldt	2.000	1.101	.336
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.225	.304
	Huynh-Feldt	4.000	1.225	.304
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.453	.046
	Huynh-Feldt	2.671	2.453	.072
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.409	.193
	Huynh-Feldt	5.342	1.409	.220
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.396	.674
	Huynh-Feldt	2.000	.396	.674
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.320	.864
	Huynh-Feldt	4.000	.320	.864
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.508	.730
	Huynh-Feldt	2.721	.508	.659
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.700	.099
	Huynh-Feldt	5.443	1.700	.131
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.202	.937
	Huynh-Feldt	3.415	.202	.915
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.795	.608
	Huynh-Feldt	6.830	.795	.590
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.490	.863
	Huynh-Feldt	5.677	.490	.806
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.094	.358
	Huynh-Feldt	11.354	1.094	.365

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	8535.831	1	8535.831	22.440	.000
GROUP	55.993	2	27.996	.074	.929
Fehler	24344.213	64	380.378		

Tabelle B-8: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1310 bis 1400 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	3.743	.026
	Huynh-Feldt	1.312	3.743	.045
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.699	.594
	Huynh-Feldt	2.623	.699	.537
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	9.562	.000
	Huynh-Feldt	2.000	9.562	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.297	.880
	Huynh-Feldt	4.000	.297	.880
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	1.243	.292
	Huynh-Feldt	2.000	1.243	.292
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.544	.704
	Huynh-Feldt	4.000	.544	.704
HALF	Sphärizität angenommen	1	9.449	.003
	Huynh-Feldt	1.000	9.449	.003
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	5.467	.006
	Huynh-Feldt	2.000	5.467	.006
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	19.212	.000
	Huynh-Feldt	3.744	19.212	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.427	.904
	Huynh-Feldt	7.489	.427	.895
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.226	.924
	Huynh-Feldt	2.564	.226	.849
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.459	.884
	Huynh-Feldt	5.128	.459	.811
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	2.344	.055
	Huynh-Feldt	3.960	2.344	.056
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.570	.802
	Huynh-Feldt	7.920	.570	.800
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	1.479	.162
	Huynh-Feldt	6.492	1.479	.178
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.408	.132
	Huynh-Feldt	12.984	1.408	.152
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.115	.891
	Huynh-Feldt	1.405	.115	.818
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.829	.509
	Huynh-Feldt	2.810	.829	.475
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.212	.301
	Huynh-Feldt	1.995	1.212	.301
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.504	.205
	Huynh-Feldt	3.990	1.504	.205
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.336	.056
	Huynh-Feldt	2.393	2.336	.090
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.707	.097
	Huynh-Feldt	4.786	1.707	.139
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.197	.821
	Huynh-Feldt	2.000	.197	.821
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.627	.644
	Huynh-Feldt	4.000	.627	.644
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.513	.726
	Huynh-Feldt	2.786	.513	.660
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.642	.742
	Huynh-Feldt	5.571	.642	.685
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.145	.965
	Huynh-Feldt	3.522	.145	.952
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.540	.826
	Huynh-Feldt	7.044	.540	.805
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.475	.874
	Huynh-Feldt	5.479	.475	.811
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.993	.463
	Huynh-Feldt	10.958	.993	.452

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	783.500	1	783.500	1.954	.167
GROUP	188.911	2	94.455	.236	.791
Fehler	25668.041	64	401.063		

Tabelle B-9: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1410 bis 1500 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	3.221	.043
	Huynh-Feldt	1.338	3.221	.064
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.662	.619
	Huynh-Feldt	2.676	.662	.561
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	2.701	.071
	Huynh-Feldt	2.000	2.701	.071
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.163	.957
	Huynh-Feldt	4.000	.163	.957
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.454	.636
	Huynh-Feldt	2.000	.454	.636
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.993	.414
	Huynh-Feldt	4.000	.993	.414
HALF	Sphärizität angenommen	1	9.806	.003
	Huynh-Feldt	1.000	9.806	.003
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	2.643	.079
	Huynh-Feldt	2.000	2.643	.079
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	19.989	.000
	Huynh-Feldt	3.845	19.989	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.522	.840
	Huynh-Feldt	7.690	.522	.833
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.138	.968
	Huynh-Feldt	2.655	.138	.920
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.385	.928
	Huynh-Feldt	5.310	.385	.868
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.711	.148
	Huynh-Feldt	4.000	1.711	.148
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.363	.939
	Huynh-Feldt	8.000	.363	.939
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	1.209	.292
	Huynh-Feldt	5.823	1.209	.302
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.451	.113
	Huynh-Feldt	11.646	1.451	.143
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.390	.678
	Huynh-Feldt	1.339	.390	.594
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.568	.686
	Huynh-Feldt	2.679	.568	.618
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.079	.924
	Huynh-Feldt	1.860	.079	.912
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.015	.096
	Huynh-Feldt	3.720	2.015	.102
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.056	.087
	Huynh-Feldt	2.501	2.056	.119
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.747	.088
	Huynh-Feldt	5.002	1.747	.127
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.699	.499
	Huynh-Feldt	2.000	.699	.499
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.770	.546
	Huynh-Feldt	4.000	.770	.546
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.640	.634
	Huynh-Feldt	3.082	.640	.594
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.748	.649
	Huynh-Feldt	6.164	.748	.615
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.476	.753
	Huynh-Feldt	3.786	.476	.743
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.658	.728
	Huynh-Feldt	7.573	.658	.719
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.540	.827
	Huynh-Feldt	5.070	.540	.749
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.067	.384
	Huynh-Feldt	10.141	1.067	.388

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	.000	1	.000	.000	1.000
GROUP	42.306	2	21.153	.065	.937
Fehler	20926.619	64	326.978		

Tabelle B-10: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1510 bis 1700 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	10.260	.000
	Huynh-Feldt	1.394	10.260	.001
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.519	.722
	Huynh-Feldt	2.787	.519	.657
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	3.891	.023
	Huynh-Feldt	2.000	3.891	.023
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.190	.943
	Huynh-Feldt	4.000	.190	.943
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.460	.632
	Huynh-Feldt	1.894	.460	.622
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.439	.780
	Huynh-Feldt	3.787	.439	.770
HALF	Sphärizität angenommen	1	15.889	.000
	Huynh-Feldt	1.000	15.889	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	3.531	.035
	Huynh-Feldt	2.000	3.531	.035
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	18.908	.000
	Huynh-Feldt	3.678	18.908	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.716	.678
	Huynh-Feldt	7.356	.716	.666
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.293	.882
	Huynh-Feldt	2.630	.293	.804
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.350	.945
	Huynh-Feldt	5.260	.350	.890
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.150	.333
	Huynh-Feldt	4.000	1.150	.333
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.470	.877
	Huynh-Feldt	8.000	.470	.877
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.833	.574
	Huynh-Feldt	5.638	.833	.539
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.762	.033
	Huynh-Feldt	11.276	1.762	.057
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.554	.576
	Huynh-Feldt	1.250	.554	.496
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.815	.518
	Huynh-Feldt	2.499	.815	.470
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.025	.975
	Huynh-Feldt	1.800	.025	.966
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.497	.207
	Huynh-Feldt	3.601	1.497	.212
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.769	.136
	Huynh-Feldt	2.500	1.769	.165
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.374	.208
	Huynh-Feldt	5.000	1.374	.237
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.969	.382
	Huynh-Feldt	2.000	.969	.382
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.585	.674
	Huynh-Feldt	4.000	.585	.674
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.480	.750
	Huynh-Feldt	3.011	.480	.697
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.992	.443
	Huynh-Feldt	6.023	.992	.432
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.515	.724
	Huynh-Feldt	3.686	.515	.710
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.263	.977
	Huynh-Feldt	7.371	.263	.972
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.352	.945
	Huynh-Feldt	4.666	.352	.869
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.231	.239
	Huynh-Feldt	9.331	1.231	.273

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	522.530	1	522.530	2.139	.148
GROUP	111.435	2	55.718	.228	.797
Fehler	15635.178	64	244.300		

Tabelle B-11: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1710 bis 1900 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	9.145	.000
	Huynh-Feldt	1.415	9.145	.001
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.725	.576
	Huynh-Feldt	2.829	.725	.532
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	2.213	.114
	Huynh-Feldt	2.000	2.213	.114
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.329	.858
	Huynh-Feldt	4.000	.329	.858
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.470	.626
	Huynh-Feldt	1.901	.470	.617
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.477	.752
	Huynh-Feldt	3.802	.477	.743
HALF	Sphärizität angenommen	1	19.209	.000
	Huynh-Feldt	1.000	19.209	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.724	.187
	Huynh-Feldt	2.000	1.724	.187
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	13.690	.000
	Huynh-Feldt	3.689	13.690	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.517	.843
	Huynh-Feldt	7.379	.517	.830
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.217	.929
	Huynh-Feldt	2.737	.217	.868
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.486	.866
	Huynh-Feldt	5.473	.486	.802
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.495	.739
	Huynh-Feldt	4.000	.495	.739
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.592	.784
	Huynh-Feldt	8.000	.592	.784
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.905	.512
	Huynh-Feldt	5.775	.905	.488
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.630	.057
	Huynh-Feldt	11.550	1.630	.084
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.007	.993
	Huynh-Feldt	1.308	.007	.967
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.001	.410
	Huynh-Feldt	2.616	1.001	.389
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.106	.900
	Huynh-Feldt	1.919	.106	.892
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.481	.212
	Huynh-Feldt	3.837	1.481	.214
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.395	.051
	Huynh-Feldt	3.055	2.395	.068
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.253	.269
	Huynh-Feldt	6.110	1.253	.281
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.790	.171
	Huynh-Feldt	2.000	1.790	.171
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.273	.284
	Huynh-Feldt	4.000	1.273	.284
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.886	.473
	Huynh-Feldt	2.596	.886	.437
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.778	.622
	Huynh-Feldt	5.193	.778	.571
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.528	.715
	Huynh-Feldt	3.686	.528	.700
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.347	.947
	Huynh-Feldt	7.371	.347	.938
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.309	.963
	Huynh-Feldt	6.467	.309	.941
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.049	.403
	Huynh-Feldt	12.934	1.049	.403

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	190.853	1	190.853	.941	.336
GROUP	148.744	2	74.372	.367	.694
Fehler	12977.320	64	202.771		

Tabelle B-12: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 1910 bis 2100 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	1.532	.220
	Huynh-Feldt	1.401	1.532	.223
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.687	.602
	Huynh-Feldt	2.802	.687	.552
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	1.231	.295
	Huynh-Feldt	2.000	1.231	.295
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.599	.664
	Huynh-Feldt	4.000	.599	.664
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.525	.593
	Huynh-Feldt	1.897	.525	.583
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.383	.820
	Huynh-Feldt	3.793	.383	.810
HALF	Sphärizität angenommen	1	20.668	.000
	Huynh-Feldt	1.000	20.668	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.412	.251
	Huynh-Feldt	2.000	1.412	.251
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	8.978	.000
	Huynh-Feldt	3.779	8.978	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.420	.909
	Huynh-Feldt	7.557	.420	.901
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.503	.202
	Huynh-Feldt	2.479	1.503	.222
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.224	.986
	Huynh-Feldt	4.959	.224	.951
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.702	.591
	Huynh-Feldt	4.000	.702	.591
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.825	.582
	Huynh-Feldt	8.000	.825	.582
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.668	.720
	Huynh-Feldt	7.456	.668	.709
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.271	.211
	Huynh-Feldt	14.912	1.271	.217
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.010	.990
	Huynh-Feldt	1.299	.010	.957
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.297	.880
	Huynh-Feldt	2.597	.297	.799
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.069	.934
	Huynh-Feldt	2.000	.069	.934
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.390	.054
	Huynh-Feldt	4.000	2.390	.054
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.283	.277
	Huynh-Feldt	3.138	1.283	.281
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.284	.252
	Huynh-Feldt	6.276	1.284	.264
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.205	.303
	Huynh-Feldt	2.000	1.205	.303
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.225	.304
	Huynh-Feldt	4.000	1.225	.304
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.259	.904
	Huynh-Feldt	2.758	.259	.839
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.982	.450
	Huynh-Feldt	5.515	.982	.435
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.808	.521
	Huynh-Feldt	3.861	.808	.517
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.394	.923
	Huynh-Feldt	7.721	.394	.919
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	.328	.955
	Huynh-Feldt	7.828	.328	.953
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.994	.461
	Huynh-Feldt	15.656	.994	.461

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	228.465	1	228.465	1.534	.220
GROUP	247.202	2	123.601	.830	.441
Fehler	9531.681	64	148.933		

Tabelle B-13: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 5010 bis 5400 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	8.896	.000
	Huynh-Feldt	1.424	8.896	.001
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.163	.957
	Huynh-Feldt	2.848	.163	.913
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	1.159	.317
	Huynh-Feldt	2.000	1.159	.317
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.477	.213
	Huynh-Feldt	4.000	1.477	.213
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.247	.782
	Huynh-Feldt	2.000	.247	.782
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.182	.947
	Huynh-Feldt	4.000	.182	.947
HALF	Sphärizität angenommen	1	20.916	.000
	Huynh-Feldt	1.000	20.916	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.539	.222
	Huynh-Feldt	2.000	1.539	.222
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	4.202	.003
	Huynh-Feldt	4.000	4.202	.003
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.743	.654
	Huynh-Feldt	8.000	.743	.654
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.055	.379
	Huynh-Feldt	2.935	1.055	.369
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.520	.841
	Huynh-Feldt	5.871	.520	.789
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.580	.180
	Huynh-Feldt	4.000	1.580	.180
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.283	.252
	Huynh-Feldt	8.000	1.283	.252
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.635	.749
	Huynh-Feldt	6.838	.635	.724
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.376	.148
	Huynh-Feldt	13.676	1.376	.163
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.022	.978
	Huynh-Feldt	1.570	.022	.956
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.686	.157
	Huynh-Feldt	3.140	1.686	.173
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.198	.305
	Huynh-Feldt	1.996	1.198	.305
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.417	.232
	Huynh-Feldt	3.993	1.417	.232
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.740	.566
	Huynh-Feldt	3.582	.740	.552
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.835	.573
	Huynh-Feldt	7.164	.835	.562
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.599	.551
	Huynh-Feldt	2.000	.599	.551
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.085	.367
	Huynh-Feldt	4.000	1.085	.367
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.838	.502
	Huynh-Feldt	3.125	.838	.479
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.043	.404
	Huynh-Feldt	6.250	1.043	.400
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.678	.156
	Huynh-Feldt	3.830	1.678	.158
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.020	.421
	Huynh-Feldt	7.661	1.020	.420
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.331	.225
	Huynh-Feldt	6.494	1.331	.238
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.797	.689
	Huynh-Feldt	12.988	.797	.663

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	4568.857	1	4568.857	23.137	.000
GROUP	745.837	2	372.918	1.889	.160
Fehler	12637.930	64	197.468		

Tabelle B-14: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 5410 bis 5800 ms nach S1.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	13.370	.000
	Huynh-Feldt	1.464	13.370	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.141	.967
	Huynh-Feldt	2.928	.141	.932
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	1.551	.216
	Huynh-Feldt	2.000	1.551	.216
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.494	.208
	Huynh-Feldt	4.000	1.494	.208
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.050	.951
	Huynh-Feldt	2.000	.050	.951
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.183	.947
	Huynh-Feldt	4.000	.183	.947
HALF	Sphärizität angenommen	1	20.884	.000
	Huynh-Feldt	1.000	20.884	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.009	.370
	Huynh-Feldt	2.000	1.009	.370
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	4.116	.003
	Huynh-Feldt	3.924	4.116	.003
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.763	.636
	Huynh-Feldt	7.848	.763	.633
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.792	.532
	Huynh-Feldt	3.163	.792	.506
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.679	.104
	Huynh-Feldt	6.326	1.679	.124
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.385	.240
	Huynh-Feldt	4.000	1.385	.240
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.307	.240
	Huynh-Feldt	8.000	1.307	.240
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.710	.683
	Huynh-Feldt	6.465	.710	.653
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.312	.184
	Huynh-Feldt	12.929	1.312	.203
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.016	.984
	Huynh-Feldt	1.680	.016	.972
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.074	.372
	Huynh-Feldt	3.360	1.074	.367
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.612	.544
	Huynh-Feldt	2.000	.612	.544
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.657	.164
	Huynh-Feldt	4.000	1.657	.164
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.995	.411
	Huynh-Feldt	3.628	.995	.406
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.785	.616
	Huynh-Feldt	7.255	.785	.604
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.466	.235
	Huynh-Feldt	2.000	1.466	.235
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.572	.683
	Huynh-Feldt	4.000	.572	.683
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.655	.624
	Huynh-Feldt	3.242	.655	.592
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.758	.640
	Huynh-Feldt	6.484	.758	.613
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.010	.093
	Huynh-Feldt	3.919	2.010	.095
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.799	.604
	Huynh-Feldt	7.839	.799	.602
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.305	.238
	Huynh-Feldt	6.652	1.305	.249
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.722	.772
	Huynh-Feldt	13.304	.722	.745

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	9946.809	1	9946.809	45.649	.000
GROUP	581.531	2	290.765	1.334	.271
Fehler	13945.564	64	217.899		

Tabelle B-15: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 5810 bis zum S2-Onset.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	15.603	.000
	Huynh-Feldt	1.448	15.603	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.232	.920
	Huynh-Feldt	2.897	.232	.868
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	3.213	.044
	Huynh-Feldt	2.000	3.213	.044
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.038	.093
	Huynh-Feldt	4.000	2.038	.093
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.037	.964
	Huynh-Feldt	2.000	.037	.964
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.426	.789
	Huynh-Feldt	4.000	.426	.789
HALF	Sphärizität angenommen	1	20.863	.000
	Huynh-Feldt	1.000	20.863	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	.656	.522
	Huynh-Feldt	2.000	.656	.522
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	4.086	.003
	Huynh-Feldt	3.853	4.086	.004
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.754	.643
	Huynh-Feldt	7.705	.754	.638
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.269	.898
	Huynh-Feldt	3.194	.269	.860
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.195	.303
	Huynh-Feldt	6.388	1.195	.309
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.575	.181
	Huynh-Feldt	4.000	1.575	.181
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.776	.082
	Huynh-Feldt	8.000	1.776	.082
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.669	.719
	Huynh-Feldt	6.324	.669	.683
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.154	.302
	Huynh-Feldt	12.647	1.154	.313
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.180	.836
	Huynh-Feldt	1.534	.180	.777
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.880	.478
	Huynh-Feldt	3.067	.880	.456
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.764	.468
	Huynh-Feldt	1.891	.764	.461
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.575	.185
	Huynh-Feldt	3.781	1.575	.188
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.943	.439
	Huynh-Feldt	3.729	.943	.435
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.787	.614
	Huynh-Feldt	7.458	.787	.606
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	2.453	.090
	Huynh-Feldt	2.000	2.453	.090
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.969	.427
	Huynh-Feldt	4.000	.969	.427
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.553	.697
	Huynh-Feldt	3.290	.553	.663
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.195	.302
	Huynh-Feldt	6.581	1.195	.308
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.246	.065
	Huynh-Feldt	3.825	2.246	.068
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.840	.568
	Huynh-Feldt	7.650	.840	.564
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.175	.312
	Huynh-Feldt	6.052	1.175	.319
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.768	.722
	Huynh-Feldt	12.105	.768	.684

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	16445.418	1	16445.418	78.141	.000
GROUP	647.252	2	323.626	1.538	.223
Fehler	13469.311	64	210.458		

Tabelle B-16: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von -1990 bis -1600 ms vor der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	12.219	.000
	Huynh-Feldt	1.501	12.219	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.131	.971
	Huynh-Feldt	3.001	.131	.942
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	1.676	.191
	Huynh-Feldt	2.000	1.676	.191
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.372	.247
	Huynh-Feldt	4.000	1.372	.247
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.066	.936
	Huynh-Feldt	2.000	.066	.936
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.349	.844
	Huynh-Feldt	4.000	.349	.844
HALF	Sphärizität angenommen	1	21.695	.000
	Huynh-Feldt	1.000	21.695	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.367	.262
	Huynh-Feldt	2.000	1.367	.262
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	3.663	.006
	Huynh-Feldt	4.000	3.663	.006
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.887	.528
	Huynh-Feldt	8.000	.887	.528
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.641	.634
	Huynh-Feldt	3.001	.641	.590
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.398	.198
	Huynh-Feldt	6.003	1.398	.217
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.096	.359
	Huynh-Feldt	4.000	1.096	.359
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.278	.255
	Huynh-Feldt	8.000	1.278	.255
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.887	.527
	Huynh-Feldt	7.098	.887	.517
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.251	.225
	Huynh-Feldt	14.197	1.251	.234
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.059	.943
	Huynh-Feldt	1.822	.059	.930
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.233	.300
	Huynh-Feldt	3.644	1.233	.301
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.803	.450
	Huynh-Feldt	1.909	.803	.445
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.127	.081
	Huynh-Feldt	3.818	2.127	.085
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.287	.886
	Huynh-Feldt	3.252	.287	.850
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.016	.424
	Huynh-Feldt	6.504	1.016	.419
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.636	.199
	Huynh-Feldt	2.000	1.636	.199
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.770	.547
	Huynh-Feldt	4.000	.770	.547
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.120	.347
	Huynh-Feldt	3.337	1.120	.344
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.038	.407
	Huynh-Feldt	6.675	1.038	.404
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.374	.053
	Huynh-Feldt	3.732	2.374	.057
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.612	.767
	Huynh-Feldt	7.464	.612	.756
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.667	.104
	Huynh-Feldt	6.367	1.667	.123
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.041	.411
	Huynh-Feldt	12.734	1.041	.411

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	9328.725	1	9328.725	44.552	.000
GROUP	479.844	2	239.922	1.146	.324
Fehler	13400.948	64	209.390		

Tabelle B-17: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von -1590 bis -1200 ms vor der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	15.897	.000
	Huynh-Feldt	1.495	15.897	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.128	.972
	Huynh-Feldt	2.991	.128	.943
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	3.761	.026
	Huynh-Feldt	2.000	3.761	.026
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.760	.141
	Huynh-Feldt	4.000	1.760	.141
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.021	.979
	Huynh-Feldt	2.000	.021	.979
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.345	.847
	Huynh-Feldt	4.000	.345	.847
HALF	Sphärizität angenommen	1	23.997	.000
	Huynh-Feldt	1.000	23.997	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	.617	.543
	Huynh-Feldt	2.000	.617	.543
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	3.844	.005
	Huynh-Feldt	3.913	3.844	.005
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.772	.628
	Huynh-Feldt	7.826	.772	.625
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.328	.859
	Huynh-Feldt	3.048	.328	.808
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.002	.435
	Huynh-Feldt	6.097	1.002	.426
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.213	.306
	Huynh-Feldt	4.000	1.213	.306
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.438	.181
	Huynh-Feldt	8.000	1.438	.181
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.882	.532
	Huynh-Feldt	6.912	.882	.520
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.150	.305
	Huynh-Feldt	13.824	1.150	.312
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.015	.985
	Huynh-Feldt	1.759	.015	.977
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.017	.401
	Huynh-Feldt	3.517	1.017	.396
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.935	.395
	Huynh-Feldt	1.900	.935	.391
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.872	.119
	Huynh-Feldt	3.800	1.872	.123
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.315	.868
	Huynh-Feldt	3.387	.315	.838
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.999	.437
	Huynh-Feldt	6.773	.999	.431
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	2.878	.060
	Huynh-Feldt	2.000	2.878	.060
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.932	.448
	Huynh-Feldt	4.000	.932	.448
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.779	.540
	Huynh-Feldt	3.368	.779	.520
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.318	.235
	Huynh-Feldt	6.736	1.318	.245
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.764	.028
	Huynh-Feldt	3.584	2.764	.034
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.708	.685
	Huynh-Feldt	7.167	.708	.669
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.528	.144
	Huynh-Feldt	6.358	1.528	.163
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.077	.374
	Huynh-Feldt	12.716	1.077	.378

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	17313.281	1	17313.281	88.087	.000
GROUP	636.083	2	318.041	1.618	.206
Fehler	12579.075	64	196.548		

Tabelle B-18: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von -1190 bis -800 ms vor der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	19.734	.000
	Huynh-Feldt	1.480	19.734	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.132	.971
	Huynh-Feldt	2.960	.132	.939
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	5.191	.007
	Huynh-Feldt	2.000	5.191	.007
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.876	.119
	Huynh-Feldt	4.000	1.876	.119
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.027	.973
	Huynh-Feldt	2.000	.027	.973
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.504	.733
	Huynh-Feldt	4.000	.504	.733
HALF	Sphärizität angenommen	1	17.354	.000
	Huynh-Feldt	1.000	17.354	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	.664	.518
	Huynh-Feldt	2.000	.664	.518
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	4.014	.004
	Huynh-Feldt	3.950	4.014	.004
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.718	.676
	Huynh-Feldt	7.900	.718	.674
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.406	.805
	Huynh-Feldt	3.141	.406	.758
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.677	.711
	Huynh-Feldt	6.281	.677	.675
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.260	.286
	Huynh-Feldt	4.000	1.260	.286
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.527	.148
	Huynh-Feldt	8.000	1.527	.148
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.889	.525
	Huynh-Feldt	6.683	.889	.511
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.038	.414
	Huynh-Feldt	13.366	1.038	.413
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.214	.808
	Huynh-Feldt	1.789	.214	.783
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.871	.484
	Huynh-Feldt	3.578	.871	.474
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.756	.472
	Huynh-Feldt	1.875	.756	.464
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.047	.092
	Huynh-Feldt	3.750	2.047	.097
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.437	.782
	Huynh-Feldt	3.382	.437	.750
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.992	.443
	Huynh-Feldt	6.764	.992	.437
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.103	.335
	Huynh-Feldt	2.000	1.103	.335
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.101	.359
	Huynh-Feldt	4.000	1.101	.359
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.038	.388
	Huynh-Feldt	3.274	1.038	.380
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.387	.202
	Huynh-Feldt	6.548	1.387	.216
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.833	.123
	Huynh-Feldt	3.612	1.833	.130
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.816	.589
	Huynh-Feldt	7.224	.816	.578
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.303	.239
	Huynh-Feldt	6.315	1.303	.252
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.056	.395
	Huynh-Feldt	12.630	1.056	.396

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	28547.401	1	28547.401	129.665	.000
GROUP	1182.028	2	591.014	2.684	.076
Fehler	14090.420	64	220.163		

Tabelle B-19: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von -790 bis -400 ms vor der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	20.970	.000
	Huynh-Feldt	1.465	20.970	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.269	.898
	Huynh-Feldt	2.931	.269	.844
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	7.531	.001
	Huynh-Feldt	2.000	7.531	.001
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.246	.068
	Huynh-Feldt	4.000	2.246	.068
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.084	.920
	Huynh-Feldt	2.000	.084	.920
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.627	.644
	Huynh-Feldt	4.000	.627	.644
HALF	Sphärizität angenommen	1	12.366	.001
	Huynh-Feldt	1.000	12.366	.001
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.232	.298
	Huynh-Feldt	2.000	1.232	.298
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	4.568	.001
	Huynh-Feldt	3.982	4.568	.001
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.704	.688
	Huynh-Feldt	7.963	.704	.688
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	2.181	.072
	Huynh-Feldt	3.061	2.181	.090
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.257	.267
	Huynh-Feldt	6.122	1.257	.278
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.635	.638
	Huynh-Feldt	4.000	.635	.638
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.746	.088
	Huynh-Feldt	8.000	1.746	.088
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.880	.533
	Huynh-Feldt	6.639	.880	.518
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.953	.508
	Huynh-Feldt	13.278	.953	.499
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.388	.679
	Huynh-Feldt	1.979	.388	.677
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.613	.175
	Huynh-Feldt	3.958	1.613	.176
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.832	.437
	Huynh-Feldt	1.940	.832	.434
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.278	.064
	Huynh-Feldt	3.880	2.278	.067
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.299	.879
	Huynh-Feldt	3.424	.299	.851
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.834	.574
	Huynh-Feldt	6.847	.834	.558
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.422	.245
	Huynh-Feldt	2.000	1.422	.245
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.779	.541
	Huynh-Feldt	4.000	.779	.541
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.006	.094
	Huynh-Feldt	3.360	2.006	.107
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.738	.090
	Huynh-Feldt	6.720	1.738	.105
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.742	.141
	Huynh-Feldt	3.602	1.742	.148
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.580	.794
	Huynh-Feldt	7.204	.580	.776
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.340	.221
	Huynh-Feldt	6.316	1.340	.235
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.165	.292
	Huynh-Feldt	12.633	1.165	.304

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	34387.649	1	34387.649	126.959	.000
GROUP	1513.059	2	756.530	2.793	.069
Fehler	17334.825	64	270.857		

Tabelle B-20: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von -390 bis -200 ms vor der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	12.532	.000
	Huynh-Feldt	1.315	12.532	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.400	.809
	Huynh-Feldt	2.631	.400	.727
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	6.867	.001
	Huynh-Feldt	1.952	6.867	.002
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.011	.097
	Huynh-Feldt	3.905	2.011	.099
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.121	.886
	Huynh-Feldt	2.000	.121	.886
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.602	.662
	Huynh-Feldt	4.000	.602	.662
HALF	Sphärizität angenommen	1	8.627	.005
	Huynh-Feldt	1.000	8.627	.005
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.234	.298
	Huynh-Feldt	2.000	1.234	.298
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	10.379	.000
	Huynh-Feldt	3.758	10.379	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.860	.551
	Huynh-Feldt	7.516	.860	.545
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.851	.494
	Huynh-Feldt	3.267	.851	.476
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.590	.785
	Huynh-Feldt	6.534	.590	.752
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.338	.852
	Huynh-Feldt	3.975	.338	.851
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.766	.084
	Huynh-Feldt	7.950	1.766	.085
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.646	.739
	Huynh-Feldt	6.567	.646	.707
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.915	.552
	Huynh-Feldt	13.133	.915	.538
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.498	.228
	Huynh-Feldt	1.954	1.498	.228
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.651	.166
	Huynh-Feldt	3.909	1.651	.167
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.041	.356
	Huynh-Feldt	1.860	1.041	.352
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.116	.083
	Huynh-Feldt	3.720	2.116	.088
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.413	.799
	Huynh-Feldt	3.432	.413	.770
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.872	.541
	Huynh-Feldt	6.865	.872	.528
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.404	.249
	Huynh-Feldt	2.000	1.404	.249
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.212	.932
	Huynh-Feldt	4.000	.212	.932
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	2.432	.048
	Huynh-Feldt	3.337	2.432	.060
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.355	.217
	Huynh-Feldt	6.673	1.355	.229
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.613	.171
	Huynh-Feldt	3.650	1.613	.177
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.616	.764
	Huynh-Feldt	7.301	.616	.750
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.225	.282
	Huynh-Feldt	6.459	1.225	.290
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.188	.273
	Huynh-Feldt	12.918	1.188	.286

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	23456.540	1	23456.540	55.139	.000
GROUP	1475.608	2	737.804	1.734	.185
Fehler	27226.267	64	425.410		

Tabelle B-21: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von -190 ms bis zum Beginn der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	37.681	.000
	Huynh-Feldt	1.317	37.681	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.248	.911
	Huynh-Feldt	2.634	.248	.838
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	7.372	.001
	Huynh-Feldt	1.972	7.372	.001
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.733	.571
	Huynh-Feldt	3.943	.733	.569
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	.867	.423
	Huynh-Feldt	2.000	.867	.423
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.572	.683
	Huynh-Feldt	4.000	.572	.683
HALF	Sphärizität angenommen	1	10.040	.002
	Huynh-Feldt	1.000	10.040	.002
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	.785	.460
	Huynh-Feldt	2.000	.785	.460
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	34.299	.000
	Huynh-Feldt	3.713	34.299	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.818	.587
	Huynh-Feldt	7.426	.818	.579
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	2.571	.038
	Huynh-Feldt	2.979	2.571	.056
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.402	.196
	Huynh-Feldt	5.958	1.402	.216
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.350	.844
	Huynh-Feldt	4.000	.350	.844
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.243	.274
	Huynh-Feldt	8.000	1.243	.274
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	.467	.879
	Huynh-Feldt	6.601	.467	.849
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.715	.780
	Huynh-Feldt	13.202	.715	.752
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.074	.929
	Huynh-Feldt	1.586	.074	.890
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.467	.216
	Huynh-Feldt	3.171	1.467	.226
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.070	.346
	Huynh-Feldt	1.772	1.070	.340
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.110	.083
	Huynh-Feldt	3.543	2.110	.092
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.473	.756
	Huynh-Feldt	3.396	.473	.725
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.932	.491
	Huynh-Feldt	6.793	.932	.481
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.026	.361
	Huynh-Feldt	2.000	1.026	.361
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.276	.893
	Huynh-Feldt	4.000	.276	.893
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.835	.122
	Huynh-Feldt	3.202	1.835	.138
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.217	.289
	Huynh-Feldt	6.403	1.217	.297
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.921	.452
	Huynh-Feldt	3.610	.921	.445
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.441	.896
	Huynh-Feldt	7.219	.441	.881
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.376	.204
	Huynh-Feldt	6.264	1.376	.221
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.117	.335
	Huynh-Feldt	12.529	1.117	.343

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	327.326	1	327.326	.365	.548
GROUP	826.070	2	413.035	.460	.633
Fehler	57472.773	64	898.012		

Tabelle B-22: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von Beginn der Reaktion bis 90 ms danach.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	162.524	.000
	Huynh-Feldt	1.564	162.524	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.682	.158
	Huynh-Feldt	3.128	1.682	.174
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	12.361	.000
	Huynh-Feldt	2.000	12.361	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.922	.453
	Huynh-Feldt	4.000	.922	.453
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	5.389	.006
	Huynh-Feldt	1.982	5.389	.006
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.742	.565
	Huynh-Feldt	3.965	.742	.564
HALF	Sphärizität angenommen	1	21.595	.000
	Huynh-Feldt	1.000	21.595	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.041	.359
	Huynh-Feldt	2.000	1.041	.359
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	59.655	.000
	Huynh-Feldt	3.726	59.655	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.650	.735
	Huynh-Feldt	7.452	.650	.724
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	3.700	.006
	Huynh-Feldt	2.736	3.700	.016
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.567	.135
	Huynh-Feldt	5.472	1.567	.166
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	1.618	.170
	Huynh-Feldt	4.000	1.618	.170
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.782	.081
	Huynh-Feldt	8.000	1.782	.081
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	1.169	.316
	Huynh-Feldt	7.256	1.169	.319
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.763	.728
	Huynh-Feldt	14.512	.763	.715
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.019	.981
	Huynh-Feldt	1.566	.019	.960
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.340	.259
	Huynh-Feldt	3.132	1.340	.265
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.684	.506
	Huynh-Feldt	1.777	.684	.490
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.027	.094
	Huynh-Feldt	3.553	2.027	.103
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.294	.882
	Huynh-Feldt	3.381	.294	.852
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.050	.399
	Huynh-Feldt	6.762	1.050	.396
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.281	.281
	Huynh-Feldt	2.000	1.281	.281
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.392	.814
	Huynh-Feldt	4.000	.392	.814
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.941	.104
	Huynh-Feldt	3.403	1.941	.116
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.293	.247
	Huynh-Feldt	6.806	1.293	.256
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.320	.263
	Huynh-Feldt	3.603	1.320	.266
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.487	.865
	Huynh-Feldt	7.206	.487	.848
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.414	.188
	Huynh-Feldt	6.445	1.414	.203
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.067	.384
	Huynh-Feldt	12.891	1.067	.386

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	1966.667	1	1966.667	1.328	.253
GROUP	184.401	2	92.200	.062	.940
Fehler	94778.627	64	1480.916		

Tabelle B-23: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 100 bis 190 ms nach der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	55.124	.000
	Huynh-Feldt	1.582	55.124	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.617	.174
	Huynh-Feldt	3.164	1.617	.188
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	8.172	.000
	Huynh-Feldt	1.973	8.172	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.043	.388
	Huynh-Feldt	3.945	1.043	.387
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	26.128	.000
	Huynh-Feldt	1.902	26.128	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.014	.403
	Huynh-Feldt	3.804	1.014	.400
HALF	Sphärizität angenommen	1	40.552	.000
	Huynh-Feldt	1.000	40.552	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	2.097	.131
	Huynh-Feldt	2.000	2.097	.131
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	45.166	.000
	Huynh-Feldt	3.802	45.166	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.562	.809
	Huynh-Feldt	7.603	.562	.800
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	12.114	.000
	Huynh-Feldt	3.195	12.114	.000
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	2.463	.014
	Huynh-Feldt	6.391	2.463	.023
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	9.892	.000
	Huynh-Feldt	4.000	9.892	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.685	.102
	Huynh-Feldt	8.000	1.685	.102
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	3.033	.002
	Huynh-Feldt	7.321	3.033	.003
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.889	.582
	Huynh-Feldt	14.641	.889	.575
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.383	.683
	Huynh-Feldt	1.673	.383	.645
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.173	.326
	Huynh-Feldt	3.346	1.173	.325
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.066	.936
	Huynh-Feldt	1.802	.066	.921
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.676	.159
	Huynh-Feldt	3.604	1.676	.166
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.734	.570
	Huynh-Feldt	3.418	.734	.550
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.100	.364
	Huynh-Feldt	6.836	1.100	.364
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.467	.234
	Huynh-Feldt	2.000	1.467	.234
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.014	1.000
	Huynh-Feldt	4.000	.014	1.000
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.760	.552
	Huynh-Feldt	3.380	.760	.532
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.225	.284
	Huynh-Feldt	6.760	1.225	.291
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.344	.254
	Huynh-Feldt	3.554	1.344	.258
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.935	.488
	Huynh-Feldt	7.108	.935	.481
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.435	.179
	Huynh-Feldt	6.504	1.435	.194
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.218	.249
	Huynh-Feldt	13.009	1.218	.263

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	11437.366	1	11437.366	6.773	.011
GROUP	2987.561	2	1493.780	.885	.418
Fehler	108078.141	64	1688.721		

Tabelle B-24: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 200 bis 290 ms nach der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	70.672	.000
	Huynh-Feldt	1.550	70.672	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.480	.750
	Huynh-Feldt	3.100	.480	.703
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	20.629	.000
	Huynh-Feldt	2.000	20.629	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.581	.183
	Huynh-Feldt	4.000	1.581	.183
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	44.869	.000
	Huynh-Feldt	2.000	44.869	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.800	.133
	Huynh-Feldt	4.000	1.800	.133
HALF	Sphärizität angenommen	1	29.144	.000
	Huynh-Feldt	1.000	29.144	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	1.517	.227
	Huynh-Feldt	2.000	1.517	.227
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	47.841	.000
	Huynh-Feldt	3.782	47.841	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.348	.946
	Huynh-Feldt	7.564	.348	.940
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	16.399	.000
	Huynh-Feldt	3.025	16.399	.000
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.636	.115
	Huynh-Feldt	6.049	1.636	.139
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	14.365	.000
	Huynh-Feldt	4.000	14.365	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.459	.173
	Huynh-Feldt	8.000	1.459	.173
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	5.689	.000
	Huynh-Feldt	7.594	5.689	.000
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.973	.486
	Huynh-Feldt	15.188	.973	.484
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.190	.827
	Huynh-Feldt	1.645	.190	.784
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.958	.433
	Huynh-Feldt	3.290	.958	.421
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.011	.989
	Huynh-Feldt	1.859	.011	.986
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.567	.187
	Huynh-Feldt	3.717	1.567	.191
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.554	.696
	Huynh-Feldt	3.468	.554	.672
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.918	.502
	Huynh-Feldt	6.936	.918	.493
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.052	.950
	Huynh-Feldt	2.000	.052	.950
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.311	.870
	Huynh-Feldt	4.000	.311	.870
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.739	.566
	Huynh-Feldt	3.393	.739	.546
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.357	.216
	Huynh-Feldt	6.786	1.357	.227
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.852	.493
	Huynh-Feldt	3.571	.852	.483
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.900	.517
	Huynh-Feldt	7.141	.900	.509
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.399	.194
	Huynh-Feldt	6.441	1.399	.209
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.117	.335
	Huynh-Feldt	12.883	1.117	.342

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	6471.729	1	6471.729	5.023	.028
GROUP	710.486	2	355.243	.276	.760
Fehler	82461.467	64	1288.460		

Tabelle B-25: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 300 bis 390 ms nach der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	42.056	.000
	Huynh-Feldt	1.537	42.056	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.622	.647
	Huynh-Feldt	3.073	.622	.606
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	18.943	.000
	Huynh-Feldt	2.000	18.943	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.445	.223
	Huynh-Feldt	4.000	1.445	.223
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	56.935	.000
	Huynh-Feldt	1.891	56.935	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.532	.197
	Huynh-Feldt	3.781	1.532	.200
HALF	Sphärizität angenommen	1	31.018	.000
	Huynh-Feldt	1.000	31.018	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	.420	.659
	Huynh-Feldt	2.000	.420	.659
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	37.834	.000
	Huynh-Feldt	3.732	37.834	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.573	.800
	Huynh-Feldt	7.463	.573	.788
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	16.710	.000
	Huynh-Feldt	2.787	16.710	.000
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.981	.451
	Huynh-Feldt	5.574	.981	.436
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	13.542	.000
	Huynh-Feldt	4.000	13.542	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.077	.380
	Huynh-Feldt	8.000	1.077	.380
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	5.155	.000
	Huynh-Feldt	7.319	5.155	.000
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.694	.801
	Huynh-Feldt	14.639	.694	.788
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.293	.747
	Huynh-Feldt	1.641	.293	.703
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.499	.206
	Huynh-Feldt	3.282	1.499	.216
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.089	.915
	Huynh-Feldt	1.906	.089	.907
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.610	.176
	Huynh-Feldt	3.811	1.610	.179
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.893	.468
	Huynh-Feldt	3.591	.893	.460
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.176	.314
	Huynh-Feldt	7.182	1.176	.317
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.356	.701
	Huynh-Feldt	2.000	.356	.701
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.539	.707
	Huynh-Feldt	4.000	.539	.707
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.947	.438
	Huynh-Feldt	3.005	.947	.419
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.480	.165
	Huynh-Feldt	6.011	1.480	.187
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.379	.242
	Huynh-Feldt	3.499	1.379	.246
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.809	.595
	Huynh-Feldt	6.997	.809	.581
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.399	.194
	Huynh-Feldt	6.587	1.399	.208
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.100	.351
	Huynh-Feldt	13.175	1.100	.356

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	24.792	1	24.792	.021	.886
GROUP	191.699	2	95.850	.080	.923
Fehler	76426.774	64	1194.168		

Tabelle B-26: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 400 bis 590 ms nach der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	57.341	.000
	Huynh-Feldt	1.619	57.341	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.216	.307
	Huynh-Feldt	3.238	1.216	.308
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	14.257	.000
	Huynh-Feldt	2.000	14.257	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.830	.508
	Huynh-Feldt	4.000	.830	.508
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	36.052	.000
	Huynh-Feldt	1.928	36.052	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.741	.145
	Huynh-Feldt	3.857	1.741	.148
HALF	Sphärizität angenommen	1	46.569	.000
	Huynh-Feldt	1.000	46.569	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	.225	.799
	Huynh-Feldt	2.000	.225	.799
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	31.129	.000
	Huynh-Feldt	3.687	31.129	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.611	.768
	Huynh-Feldt	7.373	.611	.755
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	7.878	.000
	Huynh-Feldt	2.676	7.878	.000
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.867	.545
	Huynh-Feldt	5.353	.867	.511
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	10.517	.000
	Huynh-Feldt	3.961	10.517	.000
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.090	.371
	Huynh-Feldt	7.922	1.090	.371
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	3.401	.001
	Huynh-Feldt	6.667	3.401	.002
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.684	.811
	Huynh-Feldt	13.335	.684	.783
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	.573	.565
	Huynh-Feldt	1.558	.573	.524
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.212	.071
	Huynh-Feldt	3.117	2.212	.089
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.361	.698
	Huynh-Feldt	1.919	.361	.689
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.401	.237
	Huynh-Feldt	3.838	1.401	.239
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.975	.422
	Huynh-Feldt	3.605	.975	.416
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.034	.410
	Huynh-Feldt	7.211	1.034	.408
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.408	.666
	Huynh-Feldt	2.000	.408	.666
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.835	.505
	Huynh-Feldt	4.000	.835	.505
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	.545	.703
	Huynh-Feldt	3.164	.545	.662
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.562	.137
	Huynh-Feldt	6.328	1.562	.156
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.484	.207
	Huynh-Feldt	3.556	1.484	.213
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.743	.653
	Huynh-Feldt	7.112	.743	.638
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.634	.112
	Huynh-Feldt	6.531	1.634	.129
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.122	.331
	Huynh-Feldt	13.062	1.122	.338

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	7475.234	1	7475.234	7.559	.008
GROUP	74.507	2	37.254	.038	.963
Fehler	63287.594	64	988.869		

Tabelle B-27: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 600 bis 790 ms nach der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärizität angenommen	2	39.873	.000
	Huynh-Feldt	1.581	39.873	.000
FRONT * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.850	.496
	Huynh-Feldt	3.163	.850	.475
HEMIS	Sphärizität angenommen	2	8.887	.000
	Huynh-Feldt	2.000	8.887	.000
HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	4	1.212	.309
	Huynh-Feldt	4.000	1.212	.309
BLOCK	Sphärizität angenommen	2	11.321	.000
	Huynh-Feldt	1.689	11.321	.000
BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.749	.561
	Huynh-Feldt	3.377	.749	.540
HALF	Sphärizität angenommen	1	36.827	.000
	Huynh-Feldt	1.000	36.827	.000
HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	2	.156	.856
	Huynh-Feldt	2.000	.156	.856
FRONT * HEMIS	Sphärizität angenommen	4	20.988	.000
	Huynh-Feldt	3.657	20.988	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.608	.771
	Huynh-Feldt	7.314	.608	.756
FRONT * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	.549	.700
	Huynh-Feldt	2.383	.549	.609
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.549	.141
	Huynh-Feldt	4.766	1.549	.181
HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	4	3.940	.004
	Huynh-Feldt	3.901	3.940	.004
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.389	.202
	Huynh-Feldt	7.802	1.389	.204
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärizität angenommen	8	1.845	.067
	Huynh-Feldt	6.463	1.845	.083
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärizität angenommen	16	.607	.879
	Huynh-Feldt	12.926	.607	.847
FRONT * HALF	Sphärizität angenommen	2	1.471	.234
	Huynh-Feldt	1.578	1.471	.235
FRONT * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	2.048	.091
	Huynh-Feldt	3.155	2.048	.109
HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	2	.134	.874
	Huynh-Feldt	1.918	.134	.866
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.879	.478
	Huynh-Feldt	3.837	.879	.475
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärizität angenommen	4	.913	.457
	Huynh-Feldt	3.591	.913	.449
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.864	.548
	Huynh-Feldt	7.182	.864	.538
BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	2	.327	.722
	Huynh-Feldt	2.000	.327	.722
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	4	.888	.473
	Huynh-Feldt	4.000	.888	.473
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.036	.389
	Huynh-Feldt	3.142	1.036	.380
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	1.638	.114
	Huynh-Feldt	6.283	1.638	.135
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	4	1.290	.274
	Huynh-Feldt	3.482	1.290	.277
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	8	.524	.838
	Huynh-Feldt	6.964	.524	.815
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärizität angenommen	8	1.576	.129
	Huynh-Feldt	6.679	1.576	.144
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärizität angenommen	16	1.176	.283
	Huynh-Feldt	13.358	1.176	.293

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	19227.061	1	19227.061	23.992	.000
GROUP	470.119	2	235.060	.293	.747
Fehler	51289.016	64	801.391		

Tabelle B-28: ANOVA Extraversion (GROUP) x Reaktionskomplexität (BLOCK) x Blockhälfte (HALF) x Frontalität (FRONT) x Hemisphäre (HEMIS) für die mittlere Amplitude von 800 bis 990 ms nach der Reaktion.

Maß: MASS\_1

Quelle		df	F	Signifikanz
FRONT	Sphärität angenommen	2	22.631	.000
	Huynh-Feldt	1.509	22.631	.000
FRONT * GROUP	Sphärität angenommen	4	1.346	.257
	Huynh-Feldt	3.017	1.346	.264
HEMIS	Sphärität angenommen	2	7.370	.001
	Huynh-Feldt	2.000	7.370	.001
HEMIS * GROUP	Sphärität angenommen	4	1.201	.314
	Huynh-Feldt	4.000	1.201	.314
BLOCK	Sphärität angenommen	2	4.739	.010
	Huynh-Feldt	1.828	4.739	.013
BLOCK * GROUP	Sphärität angenommen	4	.401	.808
	Huynh-Feldt	3.657	.401	.791
HALF	Sphärität angenommen	1	34.448	.000
	Huynh-Feldt	1.000	34.448	.000
HALF * GROUP	Sphärität angenommen	2	.108	.898
	Huynh-Feldt	2.000	.108	.898
FRONT * HEMIS	Sphärität angenommen	4	14.363	.000
	Huynh-Feldt	3.616	14.363	.000
FRONT * HEMIS * GROUP	Sphärität angenommen	8	.472	.876
	Huynh-Feldt	7.231	.472	.860
FRONT * BLOCK	Sphärität angenommen	4	.987	.415
	Huynh-Feldt	2.388	.987	.387
FRONT * BLOCK * GROUP	Sphärität angenommen	8	1.460	.172
	Huynh-Feldt	4.776	1.460	.209
HEMIS * BLOCK	Sphärität angenommen	4	1.132	.342
	Huynh-Feldt	3.516	1.132	.340
HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärität angenommen	8	1.152	.329
	Huynh-Feldt	7.033	1.152	.332
FRONT * HEMIS * BLOCK	Sphärität angenommen	8	.976	.454
	Huynh-Feldt	5.911	.976	.441
FRONT * HEMIS * BLOCK * GROUP	Sphärität angenommen	16	.428	.975
	Huynh-Feldt	11.822	.428	.951
FRONT * HALF	Sphärität angenommen	2	3.647	.029
	Huynh-Feldt	1.674	3.647	.037
FRONT * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	4	1.989	.100
	Huynh-Feldt	3.348	1.989	.113
HEMIS * HALF	Sphärität angenommen	2	.047	.954
	Huynh-Feldt	1.891	.047	.947
HEMIS * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	4	.957	.434
	Huynh-Feldt	3.781	.957	.430
FRONT * HEMIS * HALF	Sphärität angenommen	4	.735	.569
	Huynh-Feldt	3.609	.735	.556
FRONT * HEMIS * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	8	.814	.591
	Huynh-Feldt	7.218	.814	.580
BLOCK * HALF	Sphärität angenommen	2	.462	.631
	Huynh-Feldt	2.000	.462	.631
BLOCK * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	4	.505	.732
	Huynh-Feldt	4.000	.505	.732
FRONT * BLOCK * HALF	Sphärität angenommen	4	.896	.467
	Huynh-Feldt	3.282	.896	.451
FRONT * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	8	1.810	.075
	Huynh-Feldt	6.564	1.810	.092
HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärität angenommen	4	1.153	.332
	Huynh-Feldt	3.465	1.153	.331
HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	8	.505	.852
	Huynh-Feldt	6.930	.505	.828
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF	Sphärität angenommen	8	1.697	.096
	Huynh-Feldt	6.694	1.697	.111
FRONT * HEMIS * BLOCK * HALF * GROUP	Sphärität angenommen	16	1.146	.309
	Huynh-Feldt	13.388	1.146	.317

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Intercept	11590.695	1	11590.695	15.747	.000
GROUP	468.477	2	234.238	.318	.729
Fehler	47108.768	64	736.075		