

Zusammenfassung /Abstract

**Emotional modulation of memory encoding  
and performance monitoring**

Der Fakultät für Naturwissenschaften  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum naturalium

(Dr. rer. nat.)

am

19. Dezember 2006

eingereichte Dissertation,

vorgelegt von

Dipl. Psych. Daniel Wiswede

## Zusammenfassung

Bisherige neuropsychologische Studien trennen oft zwischen kognitiven und emotionalen Prozessen und untersuchen diese unabhängig voneinander. Dieses führt zu einem unvollständigen Verständnis, da Kognition und Emotion hochgradig interagieren. In der vorliegenden Dissertation werden die Einwirkungen von Emotionen auf kognitive Prozesse am Beispiel von Gedächtnisspeicherung und Verhaltensüberwachung untersucht. Dabei kommen als Hauptuntersuchungsmethode ereigniskorrelierte Hirnpotentiale (EKPs) zum Einsatz.

Im ersten Teil der Arbeit werden zwei Experimente vorgestellt, in denen Versuchspersonen Wortlisten lernen, welche gleichzeitig mit neutralen Hintergrundbildern präsentiert wurden. Ein Wort in jeder Liste unterscheidet sich von den anderen, indem entweder die Wortfarbe verändert oder das Hintergrundbild hoch emotional ist. Die erste Studie dient als Pilotstudie. Die Verhaltensdaten zeigen eine bessere Wiedergabeleistung für Wörter mit positivem, nicht jedoch mit negativem Bildhintergrund. Anhand der EKPs kann gezeigt werden, dass das Geschlecht der Versuchsperson eine wichtige Einflussgröße ist. Deshalb untersuchen sämtliche nachfolgenden Studien dieser Dissertation ausschließlich Frauen. Wenn möglich, basiert auch die Auswahl der emotionalen Stimuli auf von Frauen durchgeführte Stimulusevaluation.

Abgeleitet aus den Erkenntnissen des ersten Experiments enthält die zweite Studie eine verbesserte Unterscheidung der Stimuli auf der Grundlage der Dimensionen Ruhe/Aufregung (Arousal) und angenehm/unangenehm (Valence). Unter verbesserten experimentellen Bedingungen ist die Gedächtnisleistung der Versuchspersonen erhöht für farblich markierte Wörter, nicht jedoch für Bilder mit emotionalem Hintergrund. In den EKPs zeigt sich eine verstärkt positive Komponente für erinnerte im Vergleich zu nicht erinnerten Wörtern. Dieses ist nicht der Fall, wenn die Wörter vor emotionalem Hintergrund präsentiert wurden. Es wird gezeigt, dass emotionale Einflussgrößen elementar wichtig sind, wenn die spätere Gedächtnisleistung vorhergesagt werden soll. Hoch emotionale, unangenehme Einflüsse könnten das kognitive System zur Unterbrechung von „Rehearsal“-Prozessen (Aufrechterhaltung von Gedächtnisinformationen durch „inneres Sprechen“) veranlassen. Emotionale Zusatzinformationen könnten andererseits jedoch auch die Speicherung in langlebigeren Gedächtniskomponenten fördern. Der Einfluss von hoch emotionalen Reizen auf Aufmerksamkeitsprozesse wird ebenfalls diskutiert.

Im zweiten Teil der Dissertation werden vier Experimente vorgestellt, in denen Versuchspersonen auf verschiedene Weise in emotionale Zustände versetzt werden, während sie eine Aufgabe durchführen, die Überwachung des gezeigten Verhaltens erfordert.

Hauptsächlich werden emotionale Beeinflussung zweier EKP-Komponenten untersucht: Die N2 ist ersichtlich, bevor die Versuchsperson eine aufgabengerechte Reaktion gezeigt hat. Diese Komponente könnte unter anderem das Vorhandensein von kognitiven Konflikten, verursacht durch gleichzeitig aktive, gegensätzliche Reaktionsalternativen widerspiegeln. Die ERN (Fehlerinduzierte Negativität) ist nach fehlerhaften Reaktionen in den EKPs ersichtlich. Die genauen Prozesse, welche der ERN zugrunde liegen, werden intensiv in der Wissenschaft diskutiert. Diese Dissertation bietet einen Überblick über die einflussreichsten Theorien der ERN und der N2. Eine dieser Theorien zeigt sich als besonders geeignet, um emotionale Einflüsse, vor allem auf die ERN, vorherzusagen.

Im ersten Experiment betrachten die Versuchspersonen kurzzeitig Gesichter mit glücklichem, ängstlichem oder neutralem Gesichtsausdruck. Unmittelbar nach jedem Bild wird eine Reaktionszeitaufgabe durchgeführt. Sowohl die Verhaltensdaten als auch die EKP-Daten zeigen, dass das experimentelle Design geeignet ist, um altbekannte Effekte zu replizieren. Ein emotionaler Einfluss kann jedoch weder auf der Verhaltens- noch auf der physiologischen Ebene gezeigt werden. Dieses könnte daran liegen, dass die emotionalen Gesichter zu schwach waren, um emotionale Veränderungen der kognitiven Verarbeitung hervorzurufen. Die zweite Studie verwendet anstelle von Gesichtern sehr angenehme, neutrale und sehr unangenehme Szenendarstellungen, welche einer wissenschaftlichen Bilderserie entnommen sind. In den EKPs kann gezeigt werden, dass unangenehme Bilder die N2-Komponente unverändert lassen, während die ERN verstärkt zum Vorschein kommt. Es wird geschlossen, dass negative, nicht jedoch positive Emotionen experimentell hervorgerufen werden konnten.

Das dritte Experiment beschäftigt sich deshalb mit Veränderungen durch positiven Affekt. Dieser wird durch mechanisches Ansprechen der beim Lachen beteiligten Muskulatur erzeugt. In den EKPs ist ersichtlich, dass die ERN diesmal nicht stärker, sondern schwächer ausgeprägt sind. Die N2 ist wieder unverändert.

Eine vierte Studie zeigt anhand eines Fragebogens, dass negative, nicht jedoch positive Emotionen durch positive und negative Verhaltensrückmeldung erzeugt werden können. In den EKPs zeigt sich ein sehr differenziertes Bild. Sowohl die N2 als auch die ERN kommen stärker zum Vorschein. Es wird vorgeschlagen, dass die ERN auf leichte emotionale

Veränderung anspricht, während zur Beeinflussung der N2 stärkere emotionale Reaktionen notwendig sind.

Die Ergebnisse werden in neue Modelle der Verhaltensüberwachung integriert, was zur Erweiterung dieser Modelle dient. Es wird geschlussfolgert, dass Emotionen einen maßgeblichen Einfluss auf die Ausführung von geistigen Leistungen haben, welche bislang vorwiegend unter dem rein kognitiven Aspekt betrachtet wurden.

## Abstract

Two cognitive processes, namely memory encoding and performance monitoring, are selected to examine how emotional processes interact with cognition. The main examination tool are event-related brain potentials (ERPs).

The first section presents two experiments which require subjects to recall items from lists consisting of 12 words, which were presented in front of emotional and non-emotional pictures. One word per list is made distinct either by font color or by a highly arousing background picture. The first experiment served as a pilot study, the second experiment implements major improvements suggested by the pilot study. Recall performance was enhanced for color but not for emotional isolates. Event-related brain potentials (ERP) showed a more positive component for recalled non-isolated words and color-isolated words, compared to the respective non-remembered words, but not for words isolated by arousing background. Those findings indicate that it is crucial to take emotional mediator variables into account, when predicting later recall. Highly arousing environments might force the cognitive system to interrupt rehearsal processes in working memory, which might benefit transfer into other, more stable memory systems. The impact of attention-capturing properties of arousing background stimuli is also discussed.

The second section consists of four experiments. Various methods are used to bring subjects into pleasant or unpleasant emotional states while they perform a task that requires continuous monitoring of the ongoing behavior. Event-related potentials indicate that typical markers of performance monitoring, namely the Error related negativity (ERN), are enhanced when subjects perform under negative emotional condition, whereas the ERN is decreased when subjects perform under positive emotional conditions. Results also demonstrate emotional changes in other components engaged in error monitoring. The results are integrated in current models of performance monitoring by extending these by an affective dimension.