

Johann Wolfgang Goethe Universität
Frankfurt am Main

Proseminar: *Komplexe Adaptive Systeme*

**Modelling the Interaction of Attention and
Emotion**

WS 2004/2005

Ljulzim Aljimi
aljimi@informatik.uni-frankfurt.de

Inhaltsverzeichnis :

Thema	3
I. Einführung.....	3
II. Aufmerksamkeit.....	5
III. Die Kontrollmerkmale der Aufmerksamkeit	7
IV. Emotion & Aufmerksamkeit.....	8
V. Simulation der Wechselwirkung von Aufmerksamkeit und Emotionen....	12
VI. Erkennung von Emotionen.....	13
VII. Schlussfolgerungen	14

Thema:

„Modelling the Interaction of Attention and Emotion“ – Wie hängen Aufmerksamkeit und Emotion zusammen? Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus der neueren neurologischen Gehirnforschung für die Informatik ableiten, wenn es darum geht, künstliche neuronale Netze zu erzeugen (Anwendungsbereich Robotik z.B.) Welche empirischen Untersuchungsergebnisse gibt es dazu aus dem Bereich der medizinischen Forschung?

I. EINFÜHRUNG

In diesem Paper wird ein vor kurzem entwickeltes Forschungsansatz (Kontrollmodell) besprochen, der dazu dienen soll, uns der Frage näher zu bringen, wodurch Aufmerksamkeit beim Menschen beeinflusst wird. Außerdem geht es um die Fragestellung, ob und wie Aufmerksamkeit ihrerseits wirkt, wenn der Mensch emotional beeinflusst wird. Der Aufsatz endet mit einer Schlussfolgerung und der Diskussion der sich für die weitere Arbeit ergebenden Fragestellungen.

Emotion bzw. Gefühl:

Wesen und Entstehung der Gefühle sind traditionell Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung. Entsprechende Gefühlstheorien sind sowohl unter philosophischen und psychologischen als auch unter ethologischen und physiologischen Fragestellungen entwickelt worden. In der neueren Gefühlsforschung wird unter dem Aspekt der „physiopsychischen Einheit“ besonders untersucht, wie die neurophysiologischen Grundlagen der Gefühlsentstehung aussehen. Es wird angenommen, dass die von den Sinnesorganen kommenden ‚Informationen‘ über den Thalamus¹ zur Großhirnrinde gelangen und dort eine »Bewertung« erfahren. Diese Menge ‚gefühlsmäßiger‘ Reaktionen wiederum aktiviert im Thalamus gespeicherte Verhaltensmuster und löst deren Übertragung auf Ausführungsorgane aus. Die erfolgreiche Ausführung wird wiederum zurückgemeldet und im Großhirn bewertet. Der Vorgang ist einer ‚Kettenreaktion‘ vergleichbar.

Aufmerksamkeit:

*Unter ‚Aufmerksamkeit‘ versteht man u.a. die **selektive Orientierung beim Wahrnehmen, Denken und Handeln**, einen Zustand gesteigerter Wachheit und Aktivität. Auch hier unterscheidet man zwei verschiedene Aspekte der Aufmerksamkeit. Ist die Aufmerksamkeit eher ‚passiv‘ und von der Attraktivität der jeweiligen Situation abhängig, spricht man von **unwillkürlicher**, bei einer bewusst ausgerichteten und aufrechterhaltenen Aufmerksamkeit dagegen von **willkürlicher Aufmerksamkeit**.*

¹ Thalamus - Relaisstation für Sensorik

Das Phänomen der Aufmerksamkeit als Tätigkeit des menschlichen Gehirns ist bis heute schon mehrmals beobachtet und untersucht worden. Aufmerksamkeit filtert die für die Fokussierung eines gewünschten Zielgegenstands störenden Faktoren im Prozess der Wahrnehmung aus. Dies geschieht u.a. durch die Vergrößerung der Zieldarstellungen bzw. durch die Hemmung der störenden Darstellungen an niedrigeren Kortexen².

Der Mechanismus solcher Manipulationen wird gegenwärtig intensiv erforscht. Zu dem gleichen Zeitpunkt wird die Wechselwirkung aufmerksamkeitsbedingter und emotionsbasierter Informationsverarbeitung beim Menschen untersucht. Außerdem wird beobachtet, ob und wie sich diese beiden Ebenen gegenseitig hemmen.

Diese besonderen Eigenschaften des offenbar zwingend durch Aufmerksamkeits- und Emotionseinflüsse bedingten Prozesses der menschlichen Informationsverarbeitung (Wechselwirkung von „Denken“ und „Fühlen“) begründen unser Verständnis dieses Zusammenhangs auch im Hinblick auf Versuche Emotionen in künstliche Agenten zu integrieren.

Sie sind auch relevant, die Entwicklung künstlicher Systeme zu führen, die Emotionen in Menschen zu erkennen (wie sie z.B. von ERMIS erforscht werden).

In diesem Aufsatz wird ein Kontrollmodell der Aufmerksamkeit diskutiert und durch Hinzufügen der Valenz³ als ein emotionaler Bestandteil erweitert. Dies wird dann auf ein bestimmtes geteiltes Aufmerksamkeitsparadigma angewandt, um die Wirkungen der Aufmerksamkeit durch Aktivierung emotionaler Valenz z.B. im Amygdala⁴ zu erklären.

Aufgaben :Die Amygdala hat primär die Aufgabe einer sehr empfindlichen ‚Alarmanlage‘. Alles, was unsere Augen, Ohren und die anderen Sinne aufnehmen und an die Wahrnehmungsareale des Gehirns weiterleiten, geht von dort sofort zur Amygdala und wird von ihr streng geprüft: Kündigt sich eine Gefahrensituation an, wird sofort eine Abwehrreaktion ausgelöst, noch bevor wir die Gefahr bewusst wahrnehmen . Wir geraten in Erregung und können z.B. zurück springen oder blitzschnell zuschlagen, wenn das die Erfolgreich versprechende Reaktion sein sollte.

² In der Großhirnrinde, dem Kortex, der sich durch eine besonders hohe Konzentration von Nervenzellen auszeichnet, befinden sich 100.000 Neuronen in jedem Kubikmillimeter. Das menschliche Gehirn gilt als das komplexeste Gebilde auf der Welt. Der Begriff "frontal cortices" bezieht sich auf die Hirnrinde im Frontallappen des Gehirns, also direkt hinter der Stirn.

³ Valenz im biologischen Sinn: Stärke, Tüchtigkeit oder Anzahl der Bindungsstellen eines Stoffes bei einer chemischen Reaktion.

⁴ Mandelkern - an der medialen Spitze des Temporallappens unmittelbar vor dem Hippocampus gelegenes Kerngebiet, welches zum limbischen System gerechnet wird und aus mehreren Untereinheiten besteht

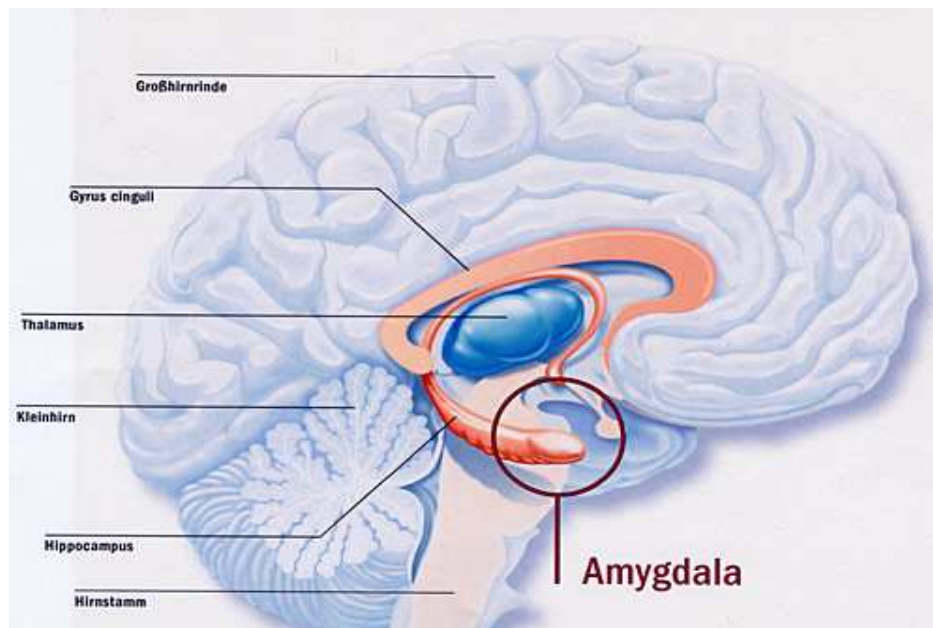


Abb: 1 Lokalisation der Amygdala

Die existentielle Bedeutung der Amygdala belegt ein entsprechendes Experiment: Ein Affe, dessen beide Amygdala operativ entfernt wurden, war unter Laborbedingungen ohne weiteres lebensfähig. Als er jedoch wieder in die Freiheit entlassen wurde, wich er nach bestem Vermögen anderen Affen aus, ganz so, als wäre er nicht mehr in der Lage, zwischen freundlichen und unfreundlichen Gesten seiner Artgenossen zu unterscheiden.

II. AUFMERKSAMKEIT

Zahlreiche Experimente im Gehirn haben gezeigt, dass ein Netzwerk im Bereich ausgehend von der Hirnrinde in eine zielgeleitete Kontrolle der Aufmerksamkeit verwickelt ist. Es gibt offenbar Überschneidungen in dem für die Aufmerksamkeit zuständigen Netzwerk zwischen kontrolliert schnell erscheinenden Inputs (sog. *exogene Aufmerksamkeit*) und einer endogenen Form von Einflüssen, die von internen Zielen kontrolliert werden.

Die wichtigsten Hirnrindbereiche dieses Aufmerksamkeitsnetzwerkes sind:

1. die Parietallappen⁵, die für die Verarbeitung des Wahrnehmens zuständig sind
2. die vordere Gehirnzone (lat.Cingulus) – teil des limbischen Systems⁶ für Steuerung von Emotion, Verhaltens- und Denkprozessen
3. die präfrontale Hirnrinde, die Regeln und Schablonen für das Führen von Aktionen zur Verfügung stellen.

⁵ Aufgabe der **Parietallappen**: *Erkennung von einfachen und komplexen sensiblen Mustern - Der Parietallappen dient der Orientierung: Wie sieht die unmittelbare Umgebung aus? Was ist wo, bewegt sich wohin? Was befindet sich in der Hand? Wie ist dieses Bild in die motorische Strategie einzubauen?*

⁶ *Das limbische System steuert Emotion, Verhaltens- und Denkprozesse*

Eine eher zurückliegende aber weit reichende Untersuchung über Aufmerksamkeit kommt zu der Schlussfolgerung, dass "ein System, das Teile der intraparietalen Hirnrinde⁷ und der frontalen Hirnrinde⁸ beinhaltet, die Entscheidung zum Vorbereiten und dem Bewerben des Zieles (um Aufmerksamkeit) trifft und die Auswahl der (entsprechenden) Anreize und die jeweilige Antwort dazu vornimmt"(vgl. Literaturhinweis [1]).

Aber auch die Autoren dieser Studie weisen darauf hin, dass sich noch weitere und überlappende Netzwerke an exogener Aufmerksamkeit beteiligen, einschließlich ventraler Bestandteile⁹.

Die tempero-parietale Kreuzung und die ventrale frontale Hirnrinde, beide in den rechten Hemisphäre angesiedelt, agieren als eine Art 'Stromkreisunterbrecher', wenn es darum geht, besonders hervorstechende aufmerksamkeitsrelevante Ereignisse zu bemerken.

Zusammenfassend lassen sich die gesamten Kontrollmerkmale der Aufmerksamkeit in einem Zwei-Netzwerk -Modell darstellen:

1.Kontrollierendes Netzwerk von Bauelementen

2.Kontrolliertes Netzwerk von Bauelementen

⁷ Als Intraparietale Hirnrinde werden Bereiche des Gehirns bezeichnet, die die Lage eines Objektes in der Umwelt trotz unterschiedlicher Blickrichtungen immer gleich anzeigen.

⁸ frontale Hirnrinde – Bereiche des Gehirns wo das Verhalten gesteuert wird

⁹ ventrale Bestandteile = *vordere Bestandteile*

III. DIE KONTROLLMERKMALE DER AUFMERKSAMKEIT

Die Kontrollmerkmale der Aufmerksamkeit, wirken in einem doppelten Modularen Netzwerk, in dem Kontrollierende und Kontrollierte Module angenommen werden können.

Die untersten Bauelemente in Abb. (1) sind dabei die Gebiete des Gehirns, die von Aufmerksamkeit kontrolliert bzw. aktiviert werden und aus untergeordneten Gebieten bestehen, besonders im occipitalen¹⁰, temporalen und motorischen¹¹ Kortex, in denen Inputs oder Antwortaktivitäten von Aufmerksamkeit moduliert sind.

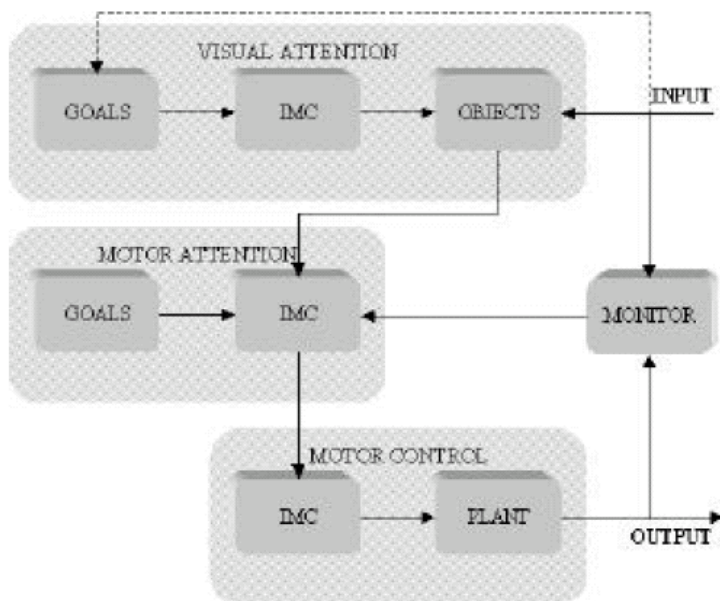


Abb. 2: Das Modell der Sensorisch-Motorische Aktivität

¹⁰ Occipitallappen - Funktion - Entdecken von Bewegungen; Verarbeitung von Farbe, Form, Bewegung; Bewusstsein des visuellen Inputs

¹¹ motorischer Kortex – Funktion Muskelsteuerung (Kontrolle der Bewegungen der Muskulatur)

Diese Bereiche funktionieren aber nicht so, dass Aufmerksamkeitsreaktionen auf jeglichen Input erfolgen bzw. eine Kontrolle aller Intensitäten geschieht, („gesperrte Bereiche“ wie z.B. die Amygdala sortieren nach einem Code die Eingehende Inputstärke und entscheiden, wohin die Aufmerksamkeit gelenkt wird).

Der andere Menge der Module, genannt Steuerwerk erstellt das jeweils entsprechende Aufmerksamkeitskontrollsignal selbst. Sie werden von 'höheren' Gebieten, besonders den Präfrontal- und den Parietalgebieten des Kortex zusammengesetzt.

Aufmerksamkeit ist in der Vergangenheit auf vielfältige Art definiert und modelliert worden: u.a. durch das Betrachten als einen Filter oder als einen Mechanismus des Kombinierens verschiedener Eigenschaften von Objekten auf dem Ebene, der unterhalb der eigentlichen Aufmerksamkeit angenommen werden kann und eine quasi vor- oder unterbewusste Registrierung von Objekteigenschaften erlaubt(vgl. Literaturhinweis [2]).

Ausführliche Modellierungen beschreiben diesen Mechanismus u.a. als eine Art „bias-competition“, eine vorgeschaltete Auswahlinstanz im Bereich untergeordneter Kortikal Stellen, die nach einem spezifischen Ziel-Klassifizierung arbeiten oder auch als wechselseitigen Beeinflussungsprozess von neuronalen Netzmodulen.

Für alle diese Modelle gilt jedoch, dass sie einer eher konstruktiven Zugangsmethodik zugeordnet werden können, die im Folgenden besprochen werden soll(vgl. Literaturhinweis[3]):

Angenommen, Aufmerksamkeit funktioniert mit Signalen, die ihrerseits von einem getrennten Kontrollgebiet generiert werden, um die neuronale Aktivität in gesteuerten Gebieten abzuwandeln, so schließt die Schaffung einer solchen abwandeln selbst eine große interne Komplexität.

Die Vielfalt bestimmter funktionaler Bestandteile in technischen Steuerungsmodellen, (goal sites, forward models or observers, inverse model controllers,error monitors), führt zu der Erwartung, dass eine ähnliche Rangordnung der Funktionen, die von dafür zuständigen Komponenten des Gehirns ausgeführt werden, auch beim Phänomen der Aufmerksamkeit angenommen werden kann.

Taylor und Fragopanagos beschreiben in dem hier wiedergegebenen Aufsatz , nun im Einzelnen, wie der Aufmerksamkeitsprozess im menschlichen Gehirn beginnt, welche Reize, Stimuli bzw. Signale diesen Prozess auslösen, wie die entsprechenden Reaktionen und Aktivitäten gefiltert, verstärkt oder ‚unterdrückt‘, einem Ranking unterworfen werden und wie das Gehirn im Verlauf der Evolution die entsprechenden Steuerungsmodule und Instanzen ausgebildet hat.

Die Annahme solcher differenzierter Steuerungsmodule und Funktionen des Gehirns ist nach Taylor und Fragopanagos durch die Ergebnisse zahlreicher experimenteller Untersuchungen gestützt.

IV. Emotion & Aufmerksamkeit

Emotionale Erfahrung weisen zwei Bestandteile auf: den automatischen Aspekt und einen Aufmerksamkeitsaspekt - ähnlich wie beim Phänomen der Aufmerksamkeit.

Automatische Emotionen aktivieren die paralimbischen Gebiete (bestehend aus Amygdala und Hypothalamus¹² im mittleren Gehirn). Diese Emotionen gelangen nicht ins Bewusstsein. Aufmerksame Emotionen aktivieren dagegen heteromodale kortikale (parietalpräfrontal) Hirngebiete, die den Bewusstseinsprozess unterstützen.

So können wir den Verarbeitungsprozess von Emotionen vorläufig in zwei Bestandteile unterteilen: Emotion hat demnach einen paralimbischen Bestandteil d. h. automatische Emotionen und einen, die bewusste Wahrnehmung aktivierenden Bestandteil, der zu emotionalem Bewusstsein oder Fühlen führt. Letzterer könnte durch den NBM (*nukleus basalis Meynert*) kontrolliert sein.

NBM hat für das Auslösen von Aufmerksamkeitsprozessen im Gehirn insofern eine grundlegende Bedeutung, als es an der Verschlüsselung der Belohnungswerte von Inputs beteiligt ist.

Abbildungsverluste im Gehirn, die bei Depressiven festgestellt werden, zeigen die Aufteilung der Verarbeitung in ventrale Netzwerke (für Emotion) und dorsale (für Erkenntnis).

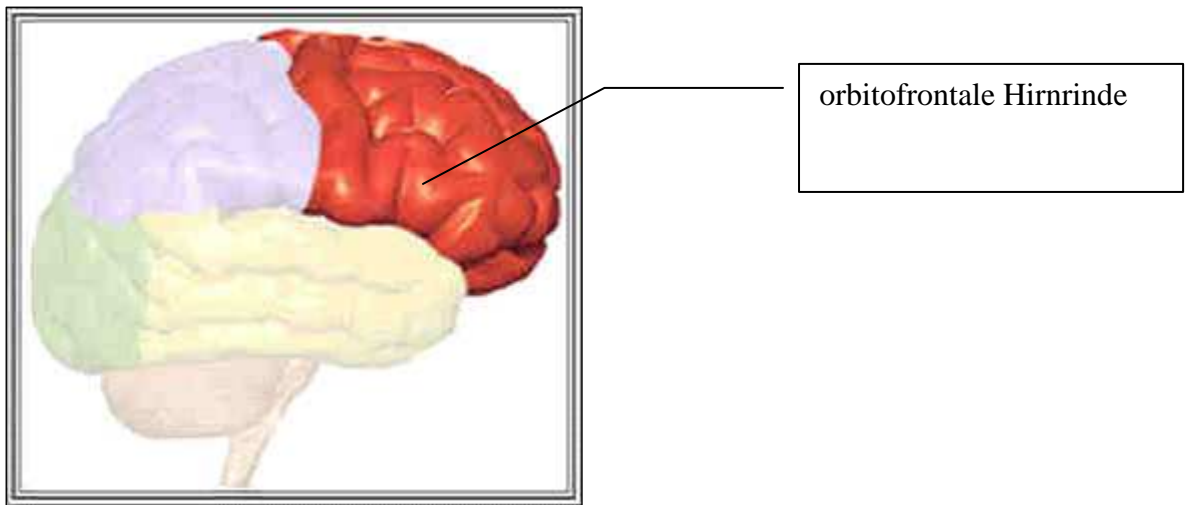
Unausgeglichenheit zwischen diesen beiden Bereichen führt offenbar zur Verkleinerung der kognitiven und zu einem Überschuss der limbischen Aktivität. Dies führt im Hinblick auf der Natur der Wechselwirkung zwischen Emotion und Aufmerksamkeit zu der Frage: Konkurrieren Emotion und Aufmerksamkeit um das 'Aufmerksamkeits-Typ' Systeme oder ist die Aufmerksamkeit das Hauptkontrollsystem, welches seinerseits durch emotionale Valenzen geführt wird?

Um dies zu beantworten, müssen wir zur Untersuchung dieses Komplexes von Wechselwirkungen eine Architektur entwickeln, indem wir das „Kontrollmodell der Sensorisch-Motorische Aktivität“ (Abb. 2) erweitern.

Wir beginnen mit der Amygdala, einer besonders wichtigen Schaltstelle für die schnelle Schätzung und Bewertung der Aufmerksamkeits-Anreize. Sie erhält ihre Eignung dafür aus den wechselseitigen Verbindungen zu den hinteren und den vorderen Kortikal Bereichen. Deswegen kann die Amygdala die Aufmerksamkeit durch hinzugefügte Aktivierung, speziell für Anreize mit negativer Valenz, beeinflussen.

¹² *Hypothalamus ist das zentrale Bindeglied zwischen dem Nervensystem und dem Hormonsystem. Zu den vom Hypothalamus überwachten und regulierten Körperfunktionen gehören zum einen die Überwachung der Körpertemperatur durch Thermorezeptoren, zum anderen die Regulation des Wasserhaushalts durch Osmorezeptoren*

Ein weiterer wichtiger Bestandteil sind die orbitofrontale Hirnrinde (OFC)¹³, die in Wechselwirkung mit dem dorsalen¹⁴ PFC¹⁵ der endogenen Aufmerksamkeit steht.



Ein musterhaftes Beispiel wäre das Vergleichen der Aktivitäten in diesen Stellen, als erotische Videos angesehen wurde, was zu gegenseitiger Hemmung zwischen diesen zwei Gebieten führte (DLPFC¹⁶ gegen OFC), (vgl. Literaturhinweis [4])

Ähnliche gegenseitige Hemmung wurde in verwandten Paradigmen (wie beispielsweise Angst) beobachtet, (vgl. Literaturhinweis[5])

In diesen Studien wurde über die Aktivierung des ventralen PFC als verwandt zu verstärkter OFC- Aktivität berichtet, so dass der richtige zur vorderen Aufmerksamkeit orientierte Schaltkreis sich früher als Verbundener Schaltkreis zum Valenz verbindet.

Wir können uns hinsichtlich der Architektur der Abb.2 auch auf das Modell von Mayberg berufen(vgl. Literaturhinweis[6]) besonders auf die Einbeziehung einer hemmenden - Wechselwirkung zwischen diesen zwei Bestandteilen, OFC & DLPFC.

Das gesamte attention/Emotion -Netzwerk kann so konstruiert werden wie in Abb.3 gezeigt.

¹³ *Der orbitofrontale Kortex(OFC) liegt im Schädel unmittelbar über der Augenhöhle, er gehört zum Frontallappen des Großhirnes, er nimmt einen Raum im Schädel ein, der in der jüngeren Evolution des Menschen erst entstanden ist. Dieser orbitofrontale Kortex empfängt direkt Axone (lange Nervenfasern am Neuron, die sich an den Endverzweigungen zu Synapsen aufspalten. Über sie werden elektrische Impulse an andere Nervenzellen weitergeleitet. Es gibt bis auf wenige Ausnahmen, immer nur eine Richtung, in der die Information übertragen werden).*

¹⁴ dorsaler - Bezeichnung für rückenwärts, also umgangssprachlich "hinten"

¹⁵ PFC – Pre-Frontaler Kortex

¹⁶ DLPFC - dorsolateraler präfrontale Kortex

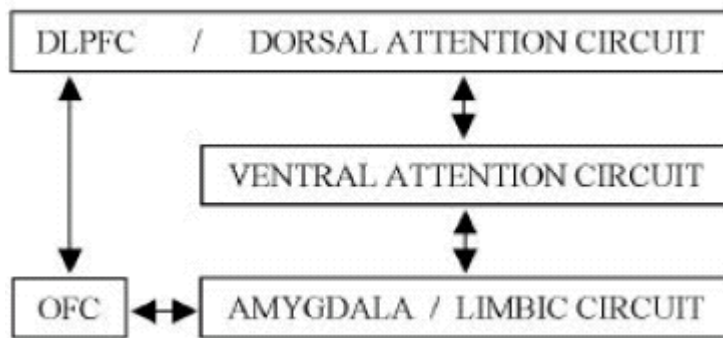


Abb.3 Das gesamte Aufmerksamkeit/Gefühl Netzwerk

In Abb.3 werden zwei Aufmerksamkeitsschaltungen besprochen, skizziert, und die Amygdala und OFC werden eingeschlossen.

Es gibt auch weitere Module (Hypothalamus Komponenten) die davon betroffen sind, ihre Rolle sprengt jedoch den Themenrahmen dieses Aufsatzes.

Die hier bereits früher aufgeworfene Frage kann in Hinsicht auf das Diagramm der Abb. 3 umformuliert werden: Haben die emotionschaffenden limbischen Schaltungen der Amygdala und OFC ein unabhängige Kontrollfunktion mit gleichem Charakter wie die in Bezug auf den Kortex ‚vorderen‘ und ‚hinteren‘ Aufmerksamkeitsschaltungen?

Eine verwandte Frage, die immer noch kontrovers diskutiert wird, ist im Hinblick auf die Notwendigkeit nach der Aufmerksamkeit gegenüber einem gefühlsmäßig-geladenen Anreiz für die Amygdala Aktivierung zu stellen. Gegenwärtig erscheint es so, als ob dies der Fall ist. (vgl. Literaturhinweis[7]) In anderen Worten: Ausdruck der Valenz eines Anreizes verlangt Aufmerksamkeit daran.

Aus den gesamten Komplex der Verbindungen zwischen den drei Schaltkreisen, dorsaler, ventraler und limbisch basierten Aufmerksamkeit, und aus den Ergebnissen der verschiedenen dargestellten Experimente können wir eine Folgerungen für die Architektur der Figur 2 ziehen:

1. Die Amygdala ist in Bezug auf die Erregbarkeit wechselseitig sowohl mit den vorderen als auch mit den hinteren Aufmerksamkeitsschaltungen verbunden. Sie verfügt über die Fähigkeit zur schnellen Aktivierung der ‚hinter Stellen‘ für die Anreizverarbeitung, die es vielleicht erlaubt, früher von einem Valenzzeichen zu diesen Stellen und zu den vorderen oder ‚hinteren Stellen‘ der Aufmerksamkeit kontrolliert IMCs in Parietal - Lappen zu senden, (vgl. Literaturhinweis[8])

Es ist außerdem evident, dass die Amygdala dafür verantwortlich ist, dass basierendes Hochtreiben von Aufmerksamkeits- Ressourcen, als emotional Aufsicht-Blinker erkennbar werden; (vgl. Literaturhinweis) Eine Simulation dieser Wirkung wird weiter unten präsentiert. (vgl. Literaturhinweis [10])

2. OFC ist mit dem PFC- Bestandteil der ventralen Aufmerksamkeitsschaltung verbunden, aber hemmend verbunden zum dorsal Partner.

Zusammen mit diesen zusätzlichen Merkmalen, und mit Ergebnissen aus der Untersuchung von Depressionen (vgl. Literaturhinweis [11]), können wir schließen, dass die grundlegende Emotionsschaltung der Abb. 2 normalerweise als ein zusätzliches valenzabhängiges System für die ventrale Schaltung funktioniert, und zu verbesserter Schaltungsunterbrechung, die vom dorsal Aufmerksamkeitskontrollsystem beeinflusst wird, führt. Dies wird erreichbar, wie wir annehmen können, nicht nur durch das Aktivieren der ventralen Bestandteile, (besonders das Ziel in ventralem PFC), sondern durch Hemmung wahrnehmender Ziele in DLPFC. Wegen fortgesetzter Hemmung der OFC- Überaktivität sind wahrnehmende Ziele während der Depression unfähig, ihre Wirkung in normalen Situationen zu entfalten.

V. SIMULATION DER WECHSELWIRKUNG VON AUFMERKSAMKEIT UND EMOTIONEN

Wir beobachten das Modell von Mayberg (vgl. Literaturhinweis [11]). Dieser nutzt fMRI*, um ganze Gehirnaktivität zu messen, wenn Versuchspersonen ängstliche, neutrale Bilder oder frohe Gesichter beobachten. (Die Gesichter wurden im Bildzentrum gezeigt, die durch die Versuchspersonen fixiert waren).

**fMRI - Die Funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT oder fMRI für functional magnetic resonance imaging) ist ein bildgebendes Verfahren zur Darstellung von Strukturen im Inneren des Körpers.*

Die fMRT ist eine Magnetresonanztomografie, bei der nicht nur einzelne Bilder, sondern ein zeitlicher Verlauf aufgezeichnet werden. Dadurch können Erregungsänderungen im Gehirn im Laufe von Denkprozessen sichtbar gemacht werden. Häufig werden dem Probanden während der Untersuchung Sinnesreize (Bilder) vorgeführt.

Amygdala wurde nur unter/während der Aufmerksamkeit auf den gefühlsmäßig geladenen Gesichter aktiv überwacht/beobachtet (mit stärkeren Wirkungen in der rechten Amygdala von ängstlichen als frohen Gesichtern)

Die Temporallappen, die für das Gesicht und den Bauch zuständigen Gehirnregionen waren auch durch Aufmerksamkeit aktiviert, aber wieder einmal stärker als die Versuchspersonen ängstliche Gesichter zu sehen bekamen, wie es auch im OFC/ vorderer PFC auftrat.

Man beobachtet die Wirkungen der Modulation von Amygdala auf eine Anzahl dieser kortikal - Stellen: ventraler PFC, OFC und frühe visuelle Hirnrinde. Die Architektur der Abb. 3 erklärt diese Modulationswirkungen qualitativ, vorausgesehen, dass es eine stärkere Kodierung ängstlichen Gesichtes im richtigen AMYG gibt. Wären Sie dann im limbischen - Bestandteil der Abb.3, zusätzlich zu Reaktionswirkungen auf physiologische Änderungen im Körper und über kortikal -Gebieten von Amygdala - Modulation (vgl. Literaturhinweis [12]).

Wir kommen nun zu einer ausführlichere quantitative Analyse des Paradigmas (vgl. Literaturhinweis [7]) Dies verwendet zwei Sets von 'Objekten' für detaillierte Analyse: einer sind orientierte Gattern, das andere (auf einer getrennten Karte) besteht aus Gesichtern. Nur dem letzten Set wird emotionale Wertigkeit (Valenz) zugeteilt. So sind dort nur reiz Verbindungen zwischen dem Amygdala und Erkennung von Emotionen

VI. ERKENNUNG VON EMOTIONEN

Die Architektur die in Abb.3 dargestellt ist, stellt die Basis menschlicher Emotions- Erfahrung dar. Es wird erwartet die Gefühle auf unterschiedliche Weise zu erkennen, insbesondere die grundlegenden Emotionen wie Angst, Ärger, Traurigkeit, Glück und Überraschung.

Das Netzwerk der Abb.3, wurde bei Versuchspersonen auf verschiedene Weisen aktiviert, als die Bilder von gefühlgeladene Gesichtern beobachteten.

Es gibt weitere Details, die geprüft werden müssen, die die architektonischen Unterschiede zwischen erkennenden Emotionen in Gesichtern oder in der Sprache analysieren. Wie die complementarity zwischen Gehirnstellen für Anerkennung durch prosody¹⁷ oder linguistischen Inhalt (vgl. Literaturhinweis[13]) (und die Schwierigkeit, prosody im Vergleich zu Gesichtsmerkmalen zu benutzen), oder die zwei verschiedenen Mechanismen der Emotionsanerkennung besprochen darin (vgl. Literaturhinweis[14]), von Konstruktion einer Simulation der Emotion im emotions- wahrnehmer , oder die Sinnesregulierung, von höchst-deprimierten Einflüssen.

Aber diese Aspekte verändern nicht die grundlegende Struktur der Architektur der Figur 2. Als gewöhnliche zu grundlegender emotionaler Erfahrung und Analyse. Wir haben die Architektur der Figur 2 benutzt, um ein neuronales Netzwerk für Emotionsanerkennung zu entwickeln, die explizite Reaktion auf der Eingabeschicht einschließt, um jene Merkmale für die Erfahrung in einer bestimmten Emotion zu modulieren, (vgl. Literaturhinweis[13]). Die Möglichkeit, alle drei Formen der Eingabe zu benutzen, Gesichts-, linguistisch und prosody, ist bei der Basis von ERMIS(vgl. Literaturhinweis[15]), wie in späteren Reden beschrieben.

¹⁷ prosody - *Lehre von der Behandlung der Sprache.*

VII. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Wir haben einen Kontrollansatz zur Aufmerksamkeitsforschung untersucht, der es ermöglicht, in Bezug auf die im Gehirn beobachtbaren Aufmerksamkeitsprozesse Kontrollfunktionen zu unterscheiden und dabei die verschiedenen Bestandteile der beteiligten Netzwerke zu trennen und überprüfen.

An zweiter Stelle wurden dann zusätzlich Emotionen in das Aufmerksamkeitskontrollmodell integriert, indem man Amygdala- und orbitofrontale Bestandteile hinzufügte. Die beobachtbaren Wechselwirkungen dieser Bereiche mit dem getrennten ventralen, (exogenen) und dorsal (endogenen) Aufmerksamkeitsnetzwerken konnten genutzt werden, um ein experimentelles Paradigma zu analysieren, in dem die Wechselwirkung von Emotion und Aufmerksamkeit sehr eindeutig beschreibbar war.

Das Paradigma wurde simuliert und die Ergebnisse stimmten nicht nur mit denen des Experiments überein, sondern sie führten darüber hinaus zur Identifikation zeitlich begrenzt auftretender emotionaler ‚Empfindlichkeiten‘ (temporal sensitivity) im Aufmerksamkeitsprozess. Schließlich betrachteten wir kurz die Ergebnisse der Emotionsanerkennung.

Abschließend kann festgestellt werden, dass es nicht möglich ist, Emotionen ohne in Betrachtziehen der Aufmerksamkeit zu beobachten und umgekehrt. Emotionen haben offenbar eine entscheidende Funktion, wenn es darum geht, Aufmerksamkeit zu lenken.

Literaturverzeichnis :

1. *Modelling the Interaction of Attention and Emotion.* J. G. Taylor, N.Fragopanagos
Department of Mathematics, King's College Strand, London WC2R2LS, UK

2. Online Medizinische Lexikon – Roche Lexikon Medizin 5.Auflage unter:
<http://www.gesundheit.de/roche/> (November, Dezember 2004, Januar 2005)

3. Spektrum der Wissenschaft Spezial, Ausgabe Spezial 3/2004 „Das verbesserte Gehirn“

[1] (vgl. Corbetta, M. and Shulman, G. L., "Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain," *Nat.Rev.Neurosci.*, vol. 3, no. 3, pp. 201-215, Mar.2002.)

[2] vgl.: Broadbent, D. E., *Perception and communication* London: Pergamon Press, 1958. und Treisman, A. M., "Strategies and models of selective attention," *Psychol.Rev.*, vol. 76, no. 3, pp. 282-299, May1969.

[3] Vgl.] Taylor, J. G., "Attentional movement: the control basis for consciousness," *Society for Neuroscience Abstracts* [26], 2231#839.3, 2000., ders.: "From Matter to Mind," *Journal of Consciousness Studies*, vol. 9, no. 4, pp. 3-22, 2002. , Taylor, J. G. and Rogers, M., "A control model of the movement of attention," *Neural Netw.*, vol. 15, no. 3, pp. 309-326, Apr.2002., Taylor, J. G., *Progress in Neurobiology*, vol. 71, no. 4, 2003.

[4] Beauregard, M., Levesque, J., and Bourgouin, P., "Neural correlates of conscious self-regulation of emotion," *J.Neurosci.*, vol. 21, no. 18, pp. RC165, Sept.2001.

[5] Armony, J. L. and Dolan, R. J., "Modulation of spatial attention by fear-conditioned stimuli: an event-related fMRI study," *Neuropsychologia*, vol. 40, no. 7, pp. 817-826, 2002. [29] Yamasaki, H., LaBar, K. S., and McCarthy, G., "Dissociable prefrontal brain systems for attention and emotion," *Proc.Natl.Acad.Sci.U.S.A*, vol. 99, no. 17, pp. 11447-11451, Aug.2002.

[6] Mayberg, H. S., "Limbic-cortical dysregulation: a proposed model of depression," *J.Neuropsychiatry Clin.Neurosci.*, vol. 9, no. 3, pp. 471-481, 1997.

[7] Pessoa, L., McKenna, M., Gutierrez, E., and Ungerleider, L. G., "Neural processing of emotional faces requires attention," *Proc.Natl.Acad.Sci.U.S.A*, vol. 99, no. 17, pp. 11458-11463, Aug.2002.

[8] Yamasaki, H., LaBar, K. S., and McCarthy, G., "Dissociable prefrontal brain systems for attention and emotion," *Proc.Natl.Acad.Sci.U.S.A*, vol. 99, no. 17, pp. 11447-11451, Aug.2002.

[9] Anderson, A. K. and Phelps, E. A., "Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events," *Nature*, vol. 411, no. 6835, pp. 305-309, May2001.

[10] Fragopanagos, N. and Taylor, J. G., "The Effect of Emotional Bias in Attentional Processes," *Proceedings of IJCNN 2004* (to be published), 2004.[34] Mayberg, H. S., "Limbic-cortical dysregulation: a proposed model of depression," *J.Neuropsychiatry Clin.Neurosci.*, vol. 9, no. 3, pp. 471-481, 1997

[11] Mayberg, H. S., "Limbic-cortical dysregulation: a proposed model of depression," *J.Neuropsychiatry Clin.Neurosci.*, vol. 9, no. 3, pp. 471-481, 1997.

[12] Taylor, J. G., Fragopanagos, N., Cowie, R., Douglas-Cowie, E., Fotinea, S. -E., and Kollias, S., "An Emotional Recognition Architecture based on Human Brain Structure," *Proceedings of the 13th*

International Conference on Artificial Neural Networks & 10th International Conference on Neural Information Processing, pp. 1133-1140, 2003.

[13] McNeely, H. E. and Parlow, S. E., "Complementarity of linguistic and prosodic processes in the intact brain," *Brain Lang*, vol. 79, no. 3, pp. 473-481, Dec.2001.

[14] Adolphs, R., "Neural systems for recognizing emotion," *Curr.Opin.Neurobiol.*, vol. 12, no. 2, pp. 169-177, Apr.2002.

[15] <http://www.image.ntua.gr/ermis>