

Emotie & Cognitie

De invloed van emotie op
informatieverwerking: een EEG-onderzoek

Masterthesis

Maartje Prevosth

Studentnummer: 277060

Erasmus Universiteit Rotterdam

Juli 2006

Stagebegeleider: Jan van Strien

Tweede lezer: Ingmar Franken

Voorwoord

Deze scriptie is geschreven ter afronding van mijn studie Psychologie aan de faculteit der sociale wetenschappen van de Erasmus Universiteit Rotterdam. Hersenfuncties en processen daarvan fascineren mij enorm, vandaar dat ik binnen de studie Psychologie voor de specialisatie Cognitieve en Biologische Psychologie heb gekozen. Ik ben van mening dat het onderzoeken van hersenfuncties en processen een prioriteit is om menselijk gedrag te verklaren en om ziektes en beschadigingen beter te kunnen aanpakken. Het onderwerp van deze scriptie is tot stand gekomen door Jan van Strien, universitair hoofddocent Biologische Psychologie aan de Erasmus Universiteit Rotterdam. Hij heeft de afgelopen jaren meerdere onderzoeken verricht naar emotie en lateralisatie van het brein. Voor het tot stand komen van deze scriptie wil ik graag Jan van Strien bedanken voor de begeleiding bij het EEG-onderzoek en voor de regelmatige feedback voor de scriptie. Ook wil ik Ingmar Franken bedanken voor de hulp bij het EEG-onderzoek en de data-invoer in SPSS. Verder wil ik Diane Pecher bedanken voor de hulp bij het programmeren van het experiment. En natuurlijk dank aan alle mensen die hebben deelgenomen aan het experiment.

Maartje Prevosth
Rotterdam, 2006

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
Inleiding	5
Methodie	11
Proefpersonen	11
Apparatuur.....	11
Taak.....	11
Procedure.....	13
Data analyse.....	13
Resultaten	14
Prestatie.....	14
Elektrofysiologie.....	16
Discussie	23
Reactietijden en accuratesse.....	23
N2.....	24
P300.....	25
LPP.....	25
Interactie tussen emotionele en cognitieve netwerken.....	26
Beperkingen.....	26
Conclusie	27
<i>Referenties</i>	28
Bijlagen	31

Samenvatting

Theoretische achtergrond: Eerdere EEG- en fMRI-studies laten zien dat emotie cognitieve processen kan beïnvloeden. Nog steeds is er geen eenduidig antwoord op de vraag hoe emotie in het brein verwerkt wordt en hoe emotie cognitieve processen precies beïnvloedt. In deze studie werd door middel van een EEG-onderzoek een lateralisatietheorie van emotie getest en de interactie tussen emotionele netwerken en cognitieve netwerken verder onderzocht.

Methode: Een “fysieke” Lettermatching-taak werd kort aangeboden in het linker of rechter visuele veld na een centraal aangeboden positief, negatief of neutraal plaatje uit het International Affective Picture System. Proefpersonen gaven door middel van een responsbox aan of het letterpaar gelijk of verschillend was van vorm.

Resultaten: In de gedragsdata en EEG-data is geen bewijs gevonden voor de lateralisatietheorieën van emotie. Wel is er bewijs gevonden dat de cognitieve taak beïnvloed wordt door de emotionele plaatjes. De negatieve plaatjes hadden het meeste invloed. De N2 ERP was toegenomen in de extrastriate cortex. De P300 en de LPP waren toegenomen in het rechterfrontale gebied. Deze resultaten zijn consistent met eerdere onderzoeken over emotie en cognitie.

Conclusie: Dit onderzoek laat zien dat het emotionele netwerk selectief bepaalde hersendelen faciliteert gedurende een cognitief proces, waarschijnlijk door middel van het moduleren van aandacht.

Inleiding

Emotie speelt een belangrijke rol in het reguleren van interacties tussen mensen en hun omgeving. Wat emotie precies is, hoe emotionele processen verlopen en hoe emoties andere hersenfuncties beïnvloeden is nog niet goed duidelijk. Het is belangrijk dat deze mechanismen van emotie onderzocht worden omdat ze invloed hebben op andere neurale systemen in het brein. Bovendien kan men zo een beter beeld krijgen van psychopathologische stoornissen gekenmerkt door verhoogde gevoeligheid van affectieve gebeurtenissen als anxiety, fobieën en depressie. In deze thesis zal eerst een theoretisch kader worden opgezet wat gebaseerd is op emotie-onderzoeken tot nu toe. Vervolgens is de invloed van emotie op cognitie verder onderzocht door middel van een EEG-onderzoek.

Volgens Lang (1995) is emotie een reactie of actiedispositie op een stimulus. De reactie die volgt op een stimulus kan zich op verschillende manieren uiten. De reactie kan leiden tot een emotiegerelateerde cognitie (appraisal), subjectief ervaren gevoelens, autonome en neurale arousal, expressief gedrag en doelgerichte activiteit (Borod, 1992). Daar komt nog bij dat verschillende emotionele staten tot verschillende lichamelijke reacties leiden. De meeste reacties zijn gerelateerd aan overlevingsgedrag. Zo hebben mensen bijvoorbeeld een neuraal systeem ontwikkeld dat er voor zorgt dat we heel snel gezichtsuitdrukkingen kunnen analyseren (Eimer, Holmes & McGlone, 2003).

Het brein is belangrijk in het reguleren van emotionele ervaringen en gedrag. Daarom kunnen ziektes en hersenletsels veranderingen in die ervaringen en gedragingen met zich mee brengen. Stoornissen in bijna alle delen van het brein inclusief de cortex, het limbische systeem en de basale ganglia zijn geassocieerd met veranderingen in het ervaren van emotie en gedrag (Heilman & Gilmore, 1998). Disfuncties van de cerebrale cortex worden vaak geassocieerd met stoornissen in emotionele communicatie. Stoornissen in de linkerhemisfeer tasten voornamelijk het begrijpen en uitdrukken van emotioneel gerelateerde taal aan. Stoornissen in de rechterhemisfeer worden meer geassocieerd met het minder goed begrijpen en uiten van emotionele gebaren. In het limbische systeem speelt vooral de amygdala een grote rol bij emotie. Beschadigingen van de amygdala worden geassocieerd met het niet goed meer kunnen herkennen van emotionele gezichtsuitdrukkingen en een vermindering van affect, en dan met name van woede en angst. Naast disfuncties van de cortex en het limbische systeem zijn disfuncties van de

basale ganglia geassocieerd met defecten in de emotionele communicatie. Patiënten met de ziekte van Parkinson vertonen niet alleen stoornissen in de communicatie van emoties, maar zijn vaak ook depressief en angstig. Patiënten met de ziekte van Huntington kunnen stoornissen hebben in het begrijpen van emoties, met name het herkennen van gezichtsuitdrukkingen en prosodie. Vaak hebben deze patiënten al schommelingen in hun gemoedstoestand nog voor dat de ziekte motorische disfuncties vertoont. Over het algemeen geven deze laesiestudies aan dat emotie door verschillende gebieden verspreid over het gehele brein wordt gereguleerd. Je kunt daarom beter spreken van een emotienetwerk. Stoornissen in het netwerk hebben tot gevolg dat je een hele specifieke stoornis in emotie kan hebben maar ook een globale.

Omdat emotie verspreid zit over het hele brein hebben de gebieden die geassocieerd worden met emotionele functies ook allerlei verbindingen met andere gebieden. Emotie heeft daardoor invloed op verschillende cognitieve functies (Gazzaniga, 2002). Een belangrijke mediator van cognitieve functies die beïnvloed wordt door emotie is aandacht. Gedragsobservaties en meer recentere neuroimaging en neurofysiologische studies laten zien dat mensen meer aandacht schenken aan emotionele stimuli vergeleken met neutrale stimuli. Er is een relatieve “boost” van neurale activiteit bij emotioneel geladen stimuli versus neutrale stimuli (zie Veilleumier, 2005, voor een review). Deze relatieve ‘boost’ is te zien in ERP-studies in de late componenten zoals de Late Positive Potential (LPP), zelfs als de stimuli zeer snel achter elkaar gepresenteerd worden (Schupp, Cuthberg, Bradley, Cacioppo, Ito & Lang, 2000). Verder blijkt dat hoe hoger de arousal, hoe groter de LPP. In recentere ERP onderzoeken is er ook een Early Posterior Negativity (EPN) geobserveerd, die een gefaciliteerd proces voor emotionele plaatjes reflecteert. Interessant is dat deze facilitatie behouden blijft als proefpersonen een expliciete non-emotionele taak uitvoeren (Schupp, Junghofer, Weike & Hamm, 2003) en als de plaatjes snel achter elkaar worden aangeboden (Schupp, Junghofer, Weike & Hamm, 2004). Deze studies laten zien dat emotionele stimuli selectief worden opgeslagen terwijl er topdown controle wordt gestuurd naar een niet-emotionele taak. Deze bevindingen zijn consistent met de hypothesen dat emotionele cues een motivationele regulatie van corticale visuele verwerking aansturen en daarmee aandachtsbronnen trekken. Evaluatie van emotionele gebeurtenissen vergt integratie van informatie uit verschillende modaliteiten, meestal auditieve en visuele. Uit een studie van Spreckelmeyer, Kutas, Urbach, Altenmuller & Munte (2005) blijkt dat deze integratie al vroeg plaatsvindt. Emotie zorgt niet alleen voor een selectieve verwerking, door meer aandachtsbronnen te trekken, maar ook voor een

selectieve opslag. Uit een onderzoek van Dolcos en Cabeza (2002) blijkt dat emotionele stimuli beter worden opgehaald uit het geheugen dan neutrale stimuli. Zij suggereren dat affectieve stimuli tot betere geheugenformaties leiden dan neutrale stimuli. De precieze neurale correlaties van dit geheugeneffect van emotie zijn nog niet goed duidelijk. Uit weer andere studies is gebleken dat emoties naast aandacht en het geheugen ook pijnperceptie en pijntolerantie moduleren (Kenntner-Mabiala & Pauli, 2005) en bovendien ook motivationele systemen in het brein beïnvloeden (Cuthberg, Schupp, Bradley, Birbaumer & Lang, 2000). De bovengenoemde studies geven aan dat het emotienetwerk invloed heeft op verschillende cognitieve functies.

Om de invloed van emoties op cognitieve functies specifiek te onderzoeken moeten we eerst weten hoe en waar het brein emoties verwerkt. Er is in de loop der tijd een aantal emotietheorieën ontwikkeld. Eén van de oudste theorieën van emotie in het brein is de Rechter-Hemisfeer-hypothese (RH-hypothese). Deze beweert dat de rechterhemisfeer vooral gespecialiseerd is in emotionele processen en de linkerhemisfeer vooral gespecialiseerd is in cognitieve processen. De RH-hypothese suggereert een rechterhemisfeer dominantie in de expressie en perceptie van emotie, ongeacht de valentie. Het idee achter deze theorie is dat de rechterhemisfeer superieur is in non-verbale, visueel-spatiale organisatie en in visuele imaging. Deze processen van de rechterhemisfeer zouden belangrijk zijn voor de perceptie van emoties (Borod, 1992). De rechterhemisfeer is ook meer betrokken bij arousal, met name de paritotemporale gebieden (Heller, 1993). Steun voor de RH-hypothese komt veelal van patiënten die een laesie in de rechterhemisfeer hadden. Bij gezonde mensen is d.m.v. dichotische luistertaken een linkeroorvoordeel gevonden voor emotionele spraak (Borod, 1992).

Een meer recentere emotietheorie is dat beide hersenhelften emotie verwerken, maar dat elke hemisfeer gespecialiseerd is in bepaalde emoties. Er zijn twee versies van deze valentiehypothese. De eerste versie van de valentiehypothese houdt in dat de linkerhemisfeer emotionele processen met een positieve waarde medieert en de rechterhemisfeer emotionele processen met een negatieve waarde. De tweede versie van de valentiehypothese is specifiek. Deze zegt dat hoewel hemisferische specialisatie bestaat voor de expressie en valentie, de rechterhemisfeer dominant is voor de perceptie van emotie van beide valenties (Borod, 1992; Borod, 1993). Als verschillende hersensystemen betrokken zijn bij de kwaliteit van een respons, ontstaan door een positieve versus een negatieve stimulus, dan zullen er ook verschillen in het brein te vinden zijn bij de verschillende valenties. Veel negatieve emoties zijn bijvoorbeeld gerelateerd aan overleven

(angst, walging). Misschien zijn er minder positieve emoties die zo'n sterke link hebben met overleven. Een respons op een levensbedreigende situatie vraagt om een snelle oplossing met minder oog voor het detail (rechterhemisfeer). Positieve emoties aan de andere kant, worden meer gemedieerd door linguïstische en communicatieve vaardigheden (linkerhemisfeer) en zijn niet zo direct nodig. Er zijn verschillende bewijzen gevonden voor de valentiehypothese. Ondersteuning komt uit verschillende gedragstaken (Van Strien & Heijt, 1995; Van Strien & Valstar, 2004) maar ook uit neuroimaging studies. Recente fMRI-onderzoeken bieden steun voor de valentiehypothese in de prefrontale cortex (Dolcos, LaBar & Cabeza, 2004; Kesler, Andersen, Smith, Avison, Davis, Kryscio, Blonder, 2001; Lee, Meador, Loring, Allison, Brown, Paul, Pillai, Lavin, 2004), ook als er gecorrigeerd werd voor arousal (Canli, Desmond, Zhao, Glover & Gabrieli, 1998).

Een andere dimensie die gerelateerd is aan emotie kan ook steun bieden aan de valentiehypothese, namelijk de Approach-Withdrawal dimensie van Davidson. Volgens Davidson is terugtrekgedrag gerelateerd aan de rechterhemisfeer die gespecialiseerd is in ongedifferentieerde automatische bewegingen. Aan de andere kant is benaderingsgedrag meer gerelateerd aan processen als vaak uitgevoerde bewegingen en fijne motoriek, die meer door de linkerhemisfeer geregeld worden. Het model van Davidson is een voorstander van de tweede versie van de valentiehypothese. Davidson geeft verder aan dat alleen de frontale gebieden verschillen in valentie en dat de posterieure rechterhemisfeer dominant is voor emotionele processen dan de posterieure linkerhemisfeer. EEG-onderzoek van Sutton en Davidson (1997) laat zien dat prefrontale activiteit gerelateerd is aan Grey's BIS/BAS systeem. Heller (1993) spreekt hierover in de vorm van een arousaldimensie (rechterparietotemporale cortex) en een valentiedimensie (frontale cortex links en rechts).

Na vele onderzoeken is er nog steeds geen eenduidig resultaat over welke theorie klopt en hoe emoties nou precies verwerkt worden in het brein. Er zijn ondersteuning gevonden voor beide theorieën. Ook zijn er in onderzoeken gedeeltelijke bewijzen gevonden voor een bepaalde theorie. Echter, er zijn ook onderzoeken gedaan die geen enkele ondersteuning vonden voor de theorieën (Cato, Crosson, Gokcay, Soltysik, Wierenga, Gopinath, Himes, Belanger, Bauer, Fishler, Gonzalez-Rothi, Briggs, 2004). Wager, Luan Phan, Liberzon & Taylor (2003) voerden een meta-analyse uit met het oog op lateralisatietheorieën van emotie. Zij vonden in het algemeen geen ondersteuning voor de RH-hypothese en minimale ondersteuning voor de valentiehypothese in de frontale gebieden. Uit deze meta-analyse komt naar voren dat het emotieonderzoek dat verricht is

in de loop der jaren zo breed uiteen loopt in methoden en technieken dat het moeilijk te vergelijken is. Dit is tegelijkertijd een beperking van hun onderzoek. In veel onderzoeken blijven de resultaten onverklaard. Ook is er een aantal kritieken op de onderzoeken. Sommige onderzoeken houden geen rekening met verschillen in arousal tussen de valenties en er worden vaak verschillende procedures en taken gebruikt. Zo worden in sommige studies woorden gebruikt en in andere weer plaatjes. Dit kan tot verschillende resultaten leiden. Davidson (2004) geeft een aantal kritiekpunten over de gang van zaken bij EEG-onderzoeken. Volgens hem staan de EEG-studies te ver van de neuroscience literatuur, met name de structuur en functie van de PFC. Veel EEG metingen van frontaalstudies hebben volgens hem geen rekening gehouden met structuren die verbonden zijn met de PFC, maar die wel een belangrijke rol spelen in affectieve processen. Ook wordt in EEG-metingen vaak alleen de dorsolaterale PFC gereflecteerd, terwijl andere delen van de PFC ook een rol spelen. Verder is er een aantal methodologische kwesties. De gebruikte referenties verschillen vaak in EEG-onderzoeken. Bovendien is er vaak alleen nog maar gekeken naar alfabanden, andere frequentiebanden moeten ook onderzocht worden. Ook moet er een betere link gemaakt worden tussen EEG-studies en fMRI-studies.

Het feit dat er geen eenduidige resultaten zijn gevonden uit EEG- en fMRI-studies, en de vele kritieken op de onderzoeken zelf, geeft aan dat het nodig is om meer duidelijkheid over emotionele processen in het brein te onderzoeken, met name omdat emotie invloed heeft op cognitieve processen. Het geeft ook aan dat de lateralisatietheorieën van emotie niet specifiek genoeg zijn om onderzoeksresultaten te verklaren. Er zijn specifiekere hypothesen nodig die overeenkomen met fMRI- en EEG-data. Een aantal studies hebben aangetoond dat de amygdala een belangrijke rol speelt in het detecteren van emotioneel geladen gebeurtenissen en in het mediëren van responses naar deze stimuli (Veilleumier, 2005). De amygdala projecteert naar verschillende hersendelen. In een visueel proces projecteert de amygdala bijvoorbeeld terug naar de occipitaalkwab. Dit kan een rol spelen in de verhoogde aandacht voor emotioneel geladen stimuli. De amygdala heeft niet alleen een directe, maar ook een indirecte invloed op bijvoorbeeld visuele processen. De amygdala projecteert bijvoorbeeld ook naar de frontaal- en pariëtaalkwab, die op hun beurt een proces in de occipitaalkwab weer kunnen mediëren. Er zijn dus meerdere bronnen van controle die sensorische processen gelijktijdig mediëren. Hier komt nog eens bij dat verschillende emoties in verschillende hersendelen verwerkt worden. Naast de amygdala heeft de PFC speelt een grote rol bij affectieve processen. In fMRI-studies wordt de DLPFC vaak geassocieerd met executieve functies. In EEG-studies

is dit gebied juist gerelateerd aan affectieve functies. Positieve affect wordt geassocieerd met activatie van de frontale gebieden inclusief de dorsolaterale PFC, met name in de linkerhemisfeer. Een recent fMRI-onderzoek van Herrington, Mohanty, Koven, Fisher, Stewart, Banich, Webb, Miller & Heller (2005) is een van de weinige fMRI-onderzoeken die de DLPFC onderzocht heeft met het oog op affectieve processen. Zij vonden bij positieve stimuli bilateraal meer activiteit in de DLPFC (links meer dan rechts) dan bij negatieve stimuli. De reactietijd van positieve stimuli was gecorreleerd aan DLPFC activiteit. Andere onderzoeken hebben aangetoond dat van stimulatie van de linker of inhibitie van de rechter DLPFC d.m.v. rTMS een anti-depressieve werking uitgaat (Davidson & Irwin, 1999). De bevindingen in bovengenoemde studies geven aan dat het emotionele brein veel complexer in elkaar zit dan wordt aangegeven in een simpele hemisfeer-level hypothese.

Het doel van dit onderzoek was om door middel van een EEG-onderzoek meer inzicht te krijgen in de mechanismen van emotie en hoe deze mechanismen aandachtsbronnen trekken die op hun beurt cognitieve processen beïnvloeden. In een recente studie van Simon-Thomas, Role, en Knight (2005) werd de invloed van emotie op informatieverwerking ook door middel van een EEG-onderzoek onderzocht. Zij vonden dat het aanbieden van negatieve plaatjes uit het International Affective Picture System (IAPS) effect hadden op de prestatie en ERP's van een cognitieve taak. Negatieve plaatjes hadden (vergeleken met neutrale plaatjes) een priming-effect op een Strooptaak die in het linker visuele veld werd aangeboden. Hun resultaten suggereren dat emotionele responses op negatieve plaatjes een selectief proces in de rechterhemisfeer faciliteren tijdens het uitvoeren van een hogere cognitieve taak.

In dit onderzoek werd hemisferische lateralisatie en de invloed op cognitieve processen van emotie op een zelfde wijze onderzocht als in de studie van Simon-Thomas et. al (2005). Een verschil is dat in dit onderzoek ook positieve stimuli onderzocht werden. Bovendien werd er gecontroleerd voor verschillen in arousal tussen de valenties. De cognitieve taak die voor dit onderzoek gebruikt werd is een "fysieke" Lettermatching-taak. Uit een onderzoek van Van Strien & Heijt (1995) bleek dat deze taak hemisfeerspecifiek beïnvloed wordt door emotionele stimuli. Verwacht werd in dit onderzoek dat de positieve affectconditie de taakprestatie verbetert in het geval van een lettermatching-taak in het rechter visuele veld (RVV), en dat de negatieve affectconditie de taakprestatie verbetert in het geval van een lettermatching-taak in het linker visuele veld (LVV). Deze verbetering van taakprestatie wordt geassocieerd met een priming van de rechter- of linkerhemisfeer.

Dit primingeffect komt voort uit verschillende hersenstructuren als de frontale gebieden inclusief de PFC en de amygdala. Emotionele lateralisatie, de invloed van emotie op cognitie in specifieke hersengebieden worden in dit onderzoek verder onderzocht.

Alhoewel het zien van een mix van emotionele plaatjes geen verandering van gemoedstoestand in het algemeen teweeg zal brengen, laten eerdere studies zien dat emotionele plaatjes aandachtsbronnen trekken en taken beïnvloeden zelfs als de proefpersonen hun aandacht niet specifiek op de plaatjes richten.

Methode

Proefpersonen

De groep proefpersonen bestond uit 17 studenten tussen de 18 en 32 jaar (HBO/WO, 9 vrouwen, gemiddelde leeftijd=22) die zich vrijwillig hadden ingeschreven voor het onderzoek. Alle proefpersonen waren rechtshandig en hadden geen psychiatrisch verleden. Voor de deelname aan het onderzoek ontvingen de studenten proefpersoonuren.

Apparatuur

De EEG-data werden online geregistreerd met BioSemiActiveTwo en offline geanalyseerd. De EEG's (512 samples per seconde) werden opgenomen d.m.v. een 32-kanaals elektrodenset. De actieve elektrodes waren gelokaliseerd in standaard elektrodeposities volgens het 10/20 systeem in een elastische kap (BioSemi). Alle kanalen werden gerefereerd aan mathematisch gelinkte mastoïden.

Aan weerszijden van de ogen werden actieve elektrodes geplaatst om de horizontale oogbeweging te meten. Boven en onder het linkeroog werden elektrodes geplaatst om de verticale oogbeweging te meten.

De gedragsdata werden online geregistreerd met het programma E-prime. Daarbij werd gebruik gemaakt van een 17 inch monitor. De data werden na registratie offline geanalyseerd.

Taak

De taak die proefpersonen moesten uitvoeren in dit onderzoek bestond uit een "fysieke" Lettermatching-taak. De proefpersonen moesten met behulp van twee drukknoppen op een responsbox aangeven of de letters van het letterpaar dat in beeld verscheen, hetzelfde waren van vorm (bijv. AA, gg, DD) of verschillend waren van vorm (bijv. Aa, gG, dD). Als

het letterpaar ‘gelijk’ was werd er met de rechterwijsvinger gedrukt en als het letterpaar ‘ongelijk’ was met de rechtermiddelvinger. Het letterpaar verscheen onder een visuele hoek van 4.6° (lettertype Arial, lettergrootte 36). Voordat een letterpaar verscheen kreeg de proefpersoon een positief, negatief of neutraal plaatje te zien uit het IAPS.

De IAPS plaatjes die gebruikt werden voor dit onderzoek (zie bijlage 1) zijn geselecteerd door middel van de bijbehorende arousal- en valentiewaarden. Zie Tabel 1 voor de gemiddelde arousal- en valentiewaarden. Negatieve plaatjes hadden de laagste valentiewaarden en de positieve plaatjes de hoogste waarden. Binnen de negatieve en positieve plaatjes werd er onderscheid gemaakt in arousal. De helft van de negatieve en positieve plaatjes bestond uit hoge arousal-waarden, de andere helft uit lage arousal-waarden. De neutrale plaatjes hadden een gemiddelde valentie-waarde en automatisch een lage arousal-waarde. Voorbeelden van negatieve plaatjes zijn een foto van een ernstig gewond persoon (hoge arousal) en een foto van gevangenstralies (lage arousal). Voorbeelden van positieve plaatjes zijn een foto van een vriend paartje (hoge arousal) en een foto van een ijssorbet (lage arousal). Neutrale plaatjes bestonden uit foto's van bijvoorbeeld een stoffer en blik, een neutraal gezicht of een lap stof.

Valentie	Valentie-waarde (gem.)	Arousal-waarde (gem.)
Positief laag	6.92	3.19
Positief hoog	7.37	6.22
Negatief laag	3.49	3.90
Negatief hoog	2.41	6.57
Neutraal	5.03	3.11

Tabel 1. De gemiddelde valentie- en arousalwaarden van de IAPS-plaatjes.

Van elk soort valentietype (pos, neg, neutraal) werden 32 plaatjes geselecteerd. De plaatjes werden in zes blokken aangeboden. Elk blok bestond uit 32 plaatjes van één valentietype plus twee neutrale plaatjes (aanloop). Binnen de negatieve en positieve blokken werden eerst de plaatjes met een lage arousalwaarde aangeboden (16 stuks) en vervolgens de plaatjes met een hoge arousalwaarde (16 stuks). De zes blokken werden als volgt aangeboden: positief-neutraal-negatief-positief-neutraal-negatief. In de laatste drie blokken werden dezelfde plaatjes gebruikt als in de eerste drie blokken, maar binnen een blok werden de plaatjes in een andere volgorde aangeboden. Elk plaatje werd dus één keer herhaald. Voor de helft van de proefpersonen was de volgorde van de blokken omgedraaid

oftewel: negatief-neutraal-positief-negatief-neutraal-positief. Verder gold dat na elk positief, negatief of neutraal plaatje even vaak een mismatch of een match volgde, dat de lettertaak even vaak rechts als links werd aangeboden en dat een proefpersoon niet vaker dan drie keer hetzelfde antwoord achter elkaar gaf.

Een trial begon elke keer met een fixatiepunt (kruis), in het midden van het scherm, dat 500 ms te zien was. Het fixatie-punt werd gevolgd door een IAPS plaatje dat 700 ms in beeld bleef. Vervolgens verscheen er weer een fixatie-punt (100 ms) en daarna een congruent of een incongruent letterpaar (150 ms), in het LVV of RVV (links of rechts op het scherm). Na het letterpaar verscheen het fixatie-punt gedurende 1850 ms, gevolgd door een leeg scherm (1500).

Procedure

Voordat het EEG-onderzoek begon kreeg elke proefpersoon een formulier met informatie over het onderzoek waarna schriftelijk een bevestiging van de deelname gevraagd werd door middel van een handtekening. Vervolgens vulden zij de Zelfbeoordeling vragenlijst in (de STAI). Daarin werden de proefpersonen gevraagd hoe ze zich over het algemeen voelden door middel van een aantal stellingen, die ze met een 4-puntsschaal konden beantwoorden (waarbij 1 stond voor bijna nooit en 4 voor bijna altijd). Als de lijst was ingevuld werd de proefpersoon naar een geluidsdichte kamer gebracht om vervolgens in een stoel plaats te nemen, 135cm van een beeldscherm af. De responsbox met drukknoppen hielden ze op hun schoot. De proefpersonen kregen uitleg over hoe de elektrodes werden bevestigd. Zodra alle elektrodes bevestigd waren werd er mondelinge uitleg gegeven over de taak. Daarna volgde nog dezelfde instructies op het scherm en 10 oefentrials. De oefentrials waren wat betreft de instructies gelijk aan de echte trials. De proefpersonen werden geïnstrueerd zo snel mogelijk aan te geven of er sprake was van een congruent letterpaar of een incongruent letterpaar. Verder kregen de proefpersonen de instructies om tijdens de taak zo min mogelijk te bewegen of te knippen met hun ogen.

Data analyse

Gedragsdata

De reactietijden (RT) en de accuratesse, online geregistreerd met het programma E-prime, werden offline geanalyseerd in het statistische programma SPSS. Reactietijden werden gemiddeld voor de 12 condities volgens de emotie, veld en respons combinaties van de stimuluspresentatie. Gemiddelde RT's werden in een variantieanalyse met drie binnen-

proefpersoon-factoren (valentie * visuele veld * respons) ingevoerd, met RT als afhankelijke variabele.

Accuratesse werd op dezelfde manier als RT geanalyseerd. Gemiddelde accuratesses werden in een variantieanalyse met drie binnen-proefpersoon-factoren (valentie * visuele veld * respons) ingevoerd, met accuratesse als afhankelijke variabele.

EEG

De ruwe data van de EEG's werden offline verwerkt met het programma BrainVision. Alle 32-kanalen werden gerefereerd aan mathematisch gelinkte mastoïden. Vervolgens werd er een filter toegepast met een low cutoff van 0.15Hz (24 dB/oct) en een high cutoff van 30Hz (24 dB/oct). Hierna werd er een correctie toegepast om de oogbeweging eruit te filteren. Vervolgens werden er segmenten gemaakt van 1600ms (100ms vóór de onset van het letterpaar tot 1500ms na de onset van het letterpaar), waarop een baselinecorrectie en een artefact-rejection werden toegepast. Het maximale verschil binnen een segment was hierna 200 μ V. Ten slotte werden de segmenten eruit gehaald waarbij de proefpersoon geen of een fout antwoord had gegeven. De valide segmenten die overbleven werden per conditie over alle proefpersonen gemiddeld. Het aantal valide segmenten is nader gespecificeerd in Bijlage 2. De data werden daarna naar het statistische programma SPSS geëxporteerd voor verdere analyse.

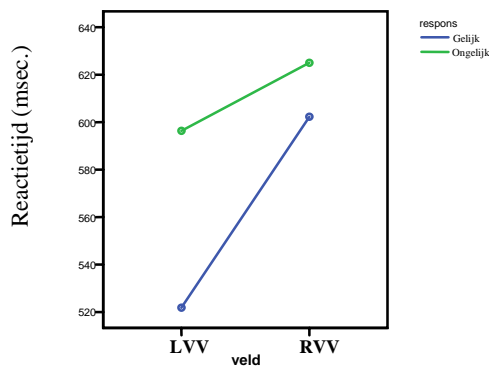
Uit het ERP-signaal werden de relevante componenten voor dit onderzoek geselecteerd, de N2 (170-230 ms.), de P300 (250-350 ms.) en de LPP (450-650 ms.). ERP componenten werden in een variantieanalyse met vier binnen-proefpersoon-factoren (emotie * veld * respons * elektrode) geanalyseerd, met de gemiddelde amplitude van het betreffende tijdsinterval als afhankelijke variabele. De gevonden significante effecten werden gebaseerd op de Greenhouse-Geisser correctie. Gepaarde t-testen werden als follow-up strategie toegepast om uit te zoeken hoe verschillen tussen paren van condities bijdroegen aan hoofdeffecten en interacties.

Resultaten

Prestatie

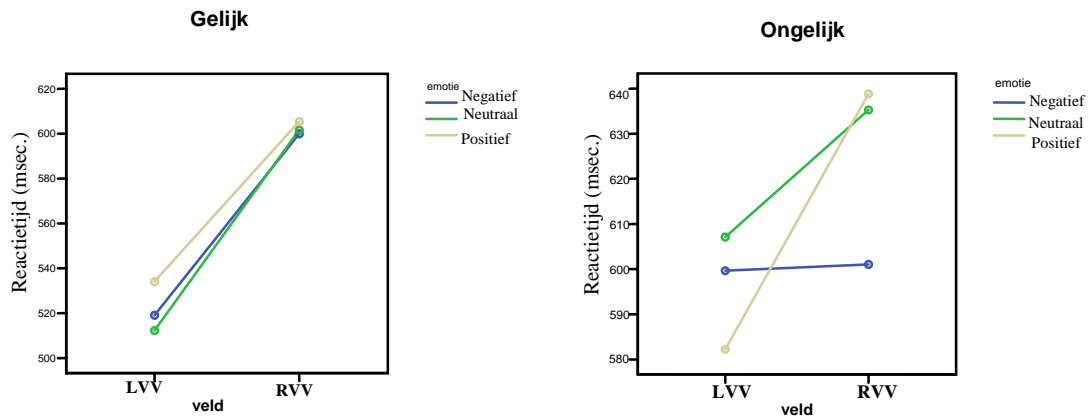
Reactietijden

Het gebruikte significantieniveau voor alle analyses was .05. Binnen de gedragsdata werd er geen hoofdeffect gevonden voor *emotie* op de reactietijden, maar wel voor *veld*, $F(1,20) = 23.81$, $p < .001$, en voor *respons*, $F(1,20) = 9.06$, $p = .007$. Ook werd er een interactie-effect *veld* respons* gevonden, $F(1,20) = 9.27$, $p = .006$. In Figuur 1 is te zien dat er voor beide responscondities een LVV-voordeel was, ongeacht de valentiewaarde van het voorafgaande plaatje. Het LVV-voordeel was groter voor de ‘gelijk’-responsconditie dan voor de ‘ongelijk’- responsconditie. Ook is er te zien dat de ‘gelijk’-responsconditie snellere reactietijden opleverde dan de ‘ongelijk’- responsconditie.



Figuur 1. Interactie-effect *veld*respons*. Het LVV-voordeel was groter voor de ‘gelijk’-responsconditie dan voor de ‘ongelijk’-responsconditie ($p < .05$).

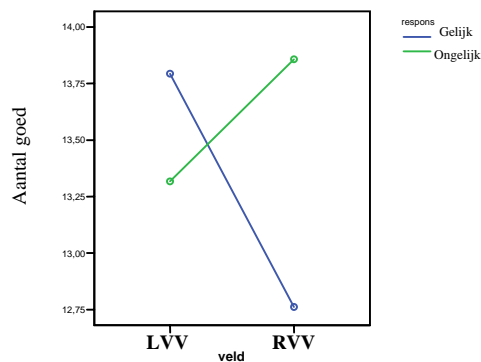
In het onderzoek werd gekeken naar de invloed van emotie op informatieverwerking. Er werd geen significant interactie-effect gevonden voor *emotie*veld*respons* op reactietijden. Wel was er een trend te zien, $F(2,40) = 2.85$, $p = .07$. Het effect van respons op reactietijd was verschillend voor iedere stimuluscombinatie. Het effect is weergegeven in twee grafieken (Figuur 2). In de ‘gelijk’-responsconditie hadden alle emotiecondities snellere reactietijden als het letterpaar in het LVV gepresenteerd werd dan wanneer dit in het RVV gebeurde. In de ‘ongelijk’-responsconditie gold dit LVV-voordeel ook voor alle emotiecondities, alleen de mate waarin verschilde. Het LVV-voordeel was het grootst voor de positieve-emotieconditie vergeleken met de neutrale-emotieconditie. Voor de negatieve-emotieconditie was er juist een RVV-voordeel vergeleken met de neutrale-emotieconditie.



Figuur 2. Interactie-effect veld*emotie*respons ($p = .07$). Linkergrafiek: er was een LVV-voordeel te zien voor alle drie de emotiecondities bij een 'gelijk' respons. Rechtergrafiek: bij een 'ongelijk' respons was een LVV-voordeel te zien voor de positieve-emotieconditie en een RVV-voordeel voor de negatieve-emotieconditie.

Accuratesse

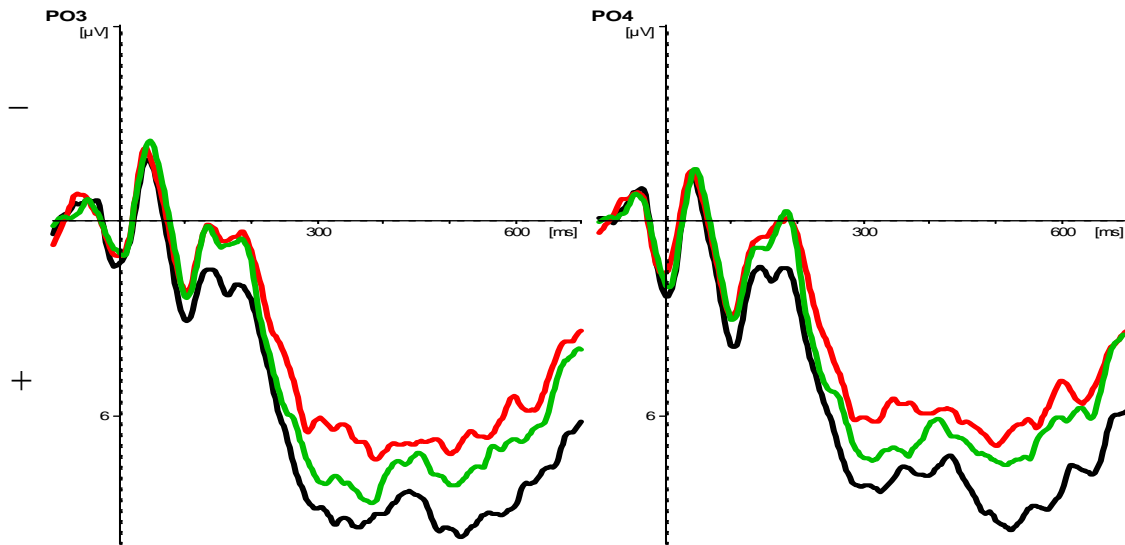
Binnen de gedragsdata werden er geen hoofdeffecten gevonden van *emotie*, *veld* en *respons* op accuratesse. Wel werd er een interactie-effect gevonden tussen *veld* en *respons*, $F(1,20) = 17.15$, $p = .001$. Proefpersonen maakten minder fouten bij een 'gelijk' letterpaar als dit aangeboden werd in het LVV dan wanneer dit in het RVV gebeurde, ongeacht de valentiewaarde van het voorafgaande plaatje. Bij een 'ongelijk' letterpaar werden er juist meer fouten gemaakt in het LVV vergeleken met het RVV, ongeacht de valentiewaarde van het voorafgaande plaatje (Figuur 3).



Figuur 3. Interactie-effect veld*respons. In de 'gelijk'-responsconditie werden meer fouten gemaakt in het RVV. In de 'ongelijk'-responsconditie werden meer fouten gemaakt in het LVV ($p < .05$).

Elektrofysiologie

In Figuur 4 staan de ERP-golven van de elektroden PO3 en PO4 afgebeeld. Te zien is dat de emotionele condities een hogere negatieve piek veroorzaakten rond 170-230 msec. (N2). Rond de 300 msec. (P300) en in de late component tot 650 (LPP) was een zwakkere positieve golf te zien voor de emotionele condities vergeleken met de neutrale conditie. De emotionele condities liepen hier ook verder uiteen dan bij de vroege componenten, waarbij de negatieve-emotieconditie het meest van de neutrale-emotieconditie afweek.



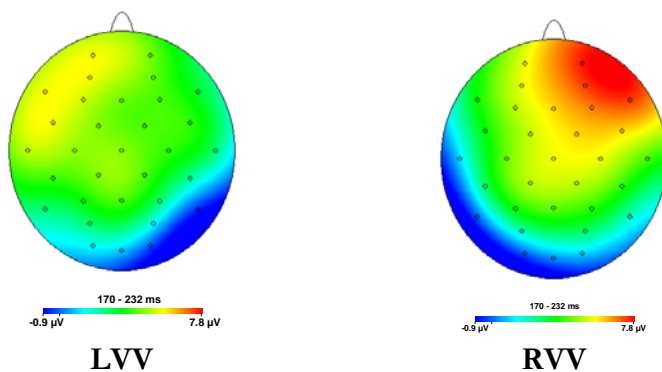
Figuur 4. ERPs voor elektrodes PO3 en PO4 vanaf de onset van het letterpaar. In het ERP-signaal was een verschil te zien tussen de neutrale-emotieconditie (zwart) en de emotionele condities (rood= negatieve-emotieconditie, groen= positieve-emotieconditie) rond de N2, P300 en de LPP.

N2(170-230)

De amplitude van de N2 (170-230) liet een hoofdeffect zien van *elektrode* (zie Tabel 2), maar niet van *veld*, *emotie* of *respons*. Er werden drie significante interactie-effecten gevonden, namelijk *veld*elektrode*, *elektrode*emotie* en *veld*emotie*respons* (zie Tabel 2). De interactie tussen *veld* en *elektrode* is te zien in Figuur 5. De topografische weergaven van de potentiaalverdelingen laten zien in welke gebieden de amplitudes van de N2 (170-230 msec) maximaal waren. De N2 was maximaal in het rechter posterieure gebied (O2, P8) als de lettertaak in het LVV aangeboden werd. Naast een negatieve shift was er ook een positieve shift te zien, contralateraal in het linker frontale gebied (FP1, AF3, F7 en FC5). De N2 was maximaal in het linker posterieure gebied (O1, P7) als het letterpaar in het RVV werd aangeboden. Contralateraal was er weer een positieve shift te zien in het rechter frontaal gebied (FP2, AF4, F4 en F8). De effecten waren groter bij een stimulusaanbieding in het RVV. Het effect van veld op de amplitude was dus verschillend voor bepaalde elektrodes, ongeacht de emotie en de respons.

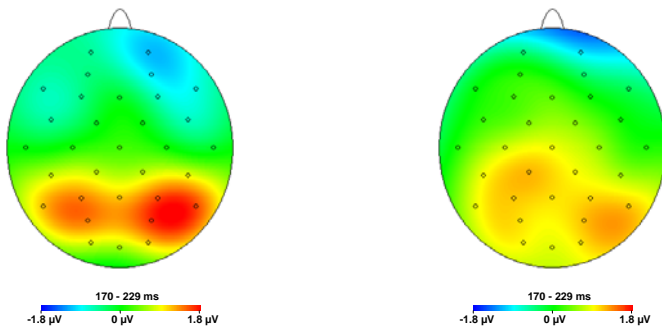
	F	df	Sig.
<i>Vroege componenten (170-230)</i>			
Hoofdeffect elektrode	5.45	1.88, 30	.011
Interactie-effect veld*elektrode	3.46	2.97, 47.46	.024
Interactie-effect elektrode*emotie	2.82	7.51, 120.21	.008
Interactie-effect veld*emotie*respons	3.81	1.55, 24.75	.046
<i>P300 (250-350)</i>			
Hoofdeffect elektrode	6.98	1.98, 31.67	.003
Interactie-effect elektrode*emotie	5.53	7.24, 115.82	<.001
Interactie-effect veld*emotie*respons	4.94	1.52, 24.28	.023
<i>LPP (450-650)</i>			
Hoofdeffect elektrode	6.30	2.70, 43.16	.002
Hoofdeffect respons	5.00	1, 16	.04
Interactie-effect elektrode*emotie	6.54	7.90, 126.2	<.001

Tabel 2. Significante effecten ($p < .05$) in ERP-componenten gebaseerd op de Greenhouse-Geisser correctie.



Figuur 5. Topografische weergaven van de posterieure N2 (170-230 msec.) voor stimulusaanbieding in het linker visuele veld en in het rechter visuele veld over alle condities lieten een interactie-effect zien van veld*elektrode ($p < .05$). Stimulusaanbieding in het LVV liet de N2 in de rechter occipitaal cortex en een positieve shift in de linker frontaal cortex zien. Stimulusaanbieding in het RVV liet een sterker en omgekeerd effect zien.

Het effect van emotie op de amplitude was ook verschillend voor bepaalde elektrodes, ongeacht het visuele veld en de respons. In Figuur 6 is deze interactie (*emotie*elektrode*) in kaart gebracht. In de negatieve-emotieconditie versus de neutrale-emotieconditie waren de verschillen tussen de amplitudes het grootst in de hogere orde visuele cortex, oftewel in de extrastriate visuele cortex (P3, PO3, P4, PO4 en P8). In de positieve-emotieconditie versus de neutrale-emotieconditie waren de verschillen het grootst in de extrastriate visuele cortex en in een iets meer pariëtaal gebied (CP1, P3, PO4 en P8). De verschillen waren groter bij de negatieve-emotieconditie vs. de neutrale-emotieconditie dan bij de positieve-emotieconditie vs. de neutrale-emotieconditie. In beide gevallen waren er ook verschillen in de amplitudes in het rechter frontale gebied te zien.

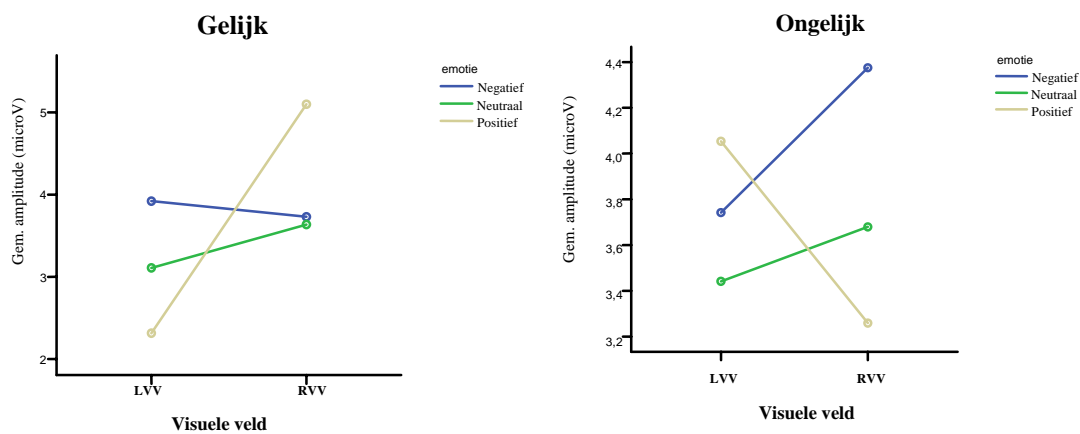


Neutraal vs. Negatief

Neutraal vs. Positief

Figuur 6. Topografische weergaven van de verschillen (spatiele lettertaak na neutraal plaatje – spatiele lettertaak na emotioneel plaatje) van de N2 (170-230 msec.) lieten een interactie-effect zien van emotie*elektrode ($p < .05$) in de posterieur gelegen gebieden. Verschillen waren groter in de neutrale- vs. negatieve-emotieconditie dan in de neutrale- vs. positieve-emotieconditie.

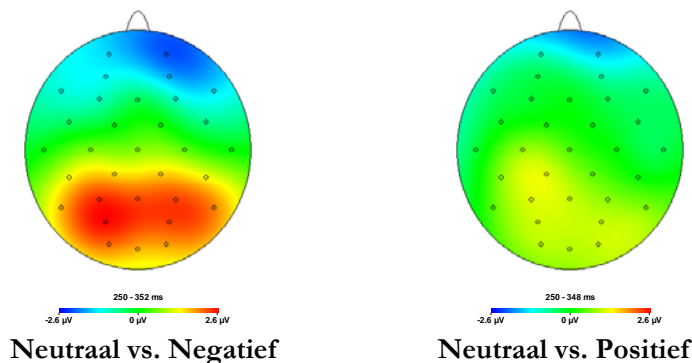
Tot slot was het effect van respons op de amplitude verschillend voor iedere stimuluscombinatie. In Figuur 7 staat deze interactie weergegeven in twee grafieken. In de ‘gelijk’-responsconditie was een meer positief effect van de positieve-emotieconditie te zien in het RVV en een meer positief effect van de negatieve-emotieconditie in het LVV. Bij de ‘ongelijk’-responsconditie was dit effect omgekeerd. De negatieve-emotieconditie liet hier een meer positief effect zien in het RVV en de positieve-emotieconditie liet een meer positief effect zien in het LVV. De neutrale-emotieconditie liet in beide responscondities een iets meer positief effect zien in het RVV.



Figuur 7. Interactie-effect veld*emotie*respons. Linkergrafiek: een meer positief effect in het RVV voor de positieve-emotieconditie en een meer positief effect in het LVV voor de negatieve-emotieconditie bij een ‘gelijk’ respons. Rechtergrafiek: een omgekeerd effect voor de emotiecondities bij een ‘ongelijk’ respons ($p < .05$ voor alle condities).

P300 (250-350)

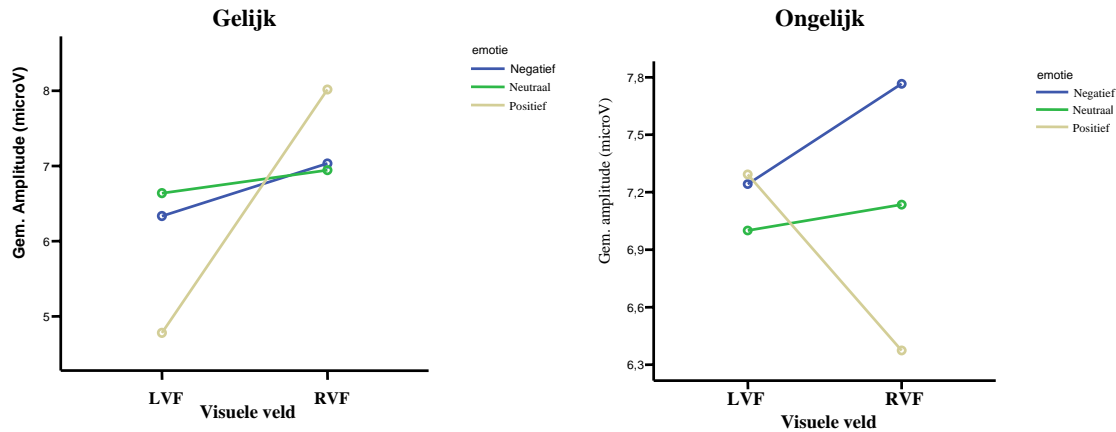
Net als bij de vroege componenten werd er bij de P300 een hoofdeffect gevonden voor *elektrode* (Tabel 2) maar niet voor *veld*, *emotie* of *respons*. Er werd een interactie-effect gevonden tussen *elektrode* en *emotie* (Tabel 2). Het effect van emotie op de amplitude was verschillend voor bepaalde elektrodes, ongeacht het visuele veld en de respons. In Figuur 8 is deze interactie (*emotie*elektrode*) in kaart gebracht. De verschillen in de neutrale- vs. negatieve-emotieconditie waren het grootst in de hogere orde visuele cortex, oftewel in de extrastriate cortex (Pz, P3, PO3, O1, P4 en PO4) en in de rechterfrontaal cortex (Fp2). In de positieve- vs. neutrale-emotieconditie waren de verschillen het grootst in een iets meer pariëtaal gebied (CP1 en P3) en in de rechterfrontaal cortex (Fp2). De topografische weergaven geven aan dat de P300 zwakker was voor de emotionele condities in de extrastriate cortex en sterker in de frontale gebieden. De negatieve-emotieconditie vertoonde een zwakkere P300 in de extrastriate cortex dan de positieve-emotieconditie, maar een sterkere P300 in de rechterfrontaal cortex dan de positieve-emotieconditie.



Figuur 8. Topografische weergaven van de verschillen (spatiele lettertaak na neutraal plaatje – spatiele lettertaak na emotioneel plaatje) van de P300 (250-350 msec.) lieten een interactie-effect zien tussen *emotie*elektrode* ($p < .05$) in de frontale en posterieure gebieden. Verschillen waren groter in de neutrale- vs. negatieve-emotieconditie dan in de neutrale- vs. positieve-emotieconditie.

Ook werd er bij de P300 een interactie-effect gevonden tussen *veld*, *emotie* en *respons* (Tabel 2). Het effect van respons op de amplitude was verschillend voor iedere stimuluscombinatie. In Figuur 9 staat deze interactie weergegeven in twee grafieken. In de ‘gelijk’-responsconditie had een positief plaatje een groter effect als de lettertaak in het RVV gepresenteerd werd dan bij een presentatie in het LVV. In de ‘ongelijk’-responsconditie was dit effect omgekeerd. Daar was het effect van een positief plaatje groter als de lettertaak in het LVV aangeboden werd dan wanneer dit in het RVV gebeurde. De negatieve-emotieconditie had hetzelfde effect voor beide responscondities.

Een negatief plaatje had iets meer effect als de lettertaak in het RVV aangeboden werd dan als de lettertaak in het LVV aangeboden werd. De neutrale-emotieconditie had in beide responscondities iets meer effect als de lettertaak in RVV gepresenteerd werd.



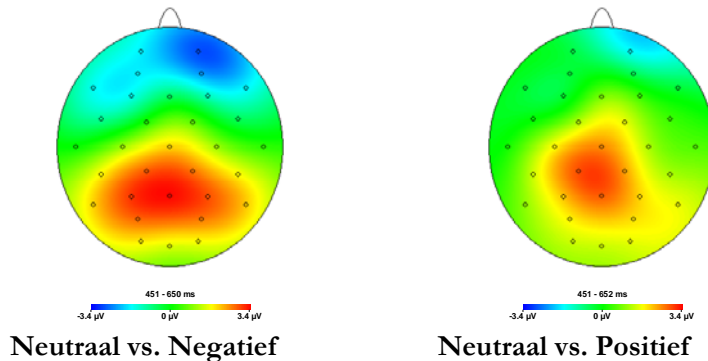
Figuur 9. Interactie-effect veld*emotie*respons. Linkergrafiek: een groter effect in het RVV voor de positieve-emotieconditie bij een ‘gelijk’ respons. Rechtergrafiek: een omgekeerd effect voor de positieve-emotieconditie bij een ‘ongelijk’ respons ($p < .05$ voor alle condities).

LPP (450-650)

Bij de late positieve component (LPP) werden twee hoofdeffecten gevonden namelijk voor *elektrode* en voor *respons* (Tabel 2). Bij een ‘gelijk’ respons ($m = 5.88 \mu V$) was er een minder hoge positieve amplitude dan bij een ‘ongelijk’ respons ($m = 7.20 \mu V$).

Net als bij de N2 en de P300 werd er ook een interactie gevonden tussen *elektrode* en *emotie* (Tabel 2). Het effect van emotie op de amplitude was verschillend voor bepaalde elektrodes, ongeacht het visuele veld en de respons. In Figuur 11 is deze interactie (emotie*elektrode) in kaart gebracht. In de negatieve-emotieconditie vs. de neutrale-emotieconditie waren de verschillen tussen de amplitudes het grootst in de extrastriate visuele cortex en richting pariëtaal gebied (CP1, CP2, Pz, P3, P4, PO3 en PO4). In de positieve-emotieconditie vs. de neutrale-emotieconditie waren de verschillen tussen de amplitudes het grootst in het pariëtaal gebied (Cz, CP1, CP2 en Pz). De verschillen waren groter bij de negatieve-emotieconditie vs. de neutrale-emotieconditie dan bij de positieve-emotieconditie vs. de neutrale-emotieconditie. In beide gevallen waren er ook verschillen tussen de amplitudes in het rechter frontale gebied (Fp2) te zien, met name bij de neutrale- vs. negatieve-emotieconditie. De topografische weergaven laten zien dat de LPP zwakker was voor de emotionele condities in de pariëtaal cortex en sterker in de rechter frontale gebieden. De negatieve-emotieconditie vertoonde een zwakkere LPP in de

pariëtaal cortex dan de positieve-emotieconditie, maar een sterkere LPP in de rechterfrontale cortex dan de positieve-emotieconditie.



Figuur 10. Topografische weergaven van de verschillen (spatiele lettertaak na neutraal plaatje – spatiele lettertaak na emotioneel plaatje) van de LPP (450-650 msec.) lieten een interactie-effect zien van emotie*elektrode ($p < .05$) in de frontaal en pariëtaal cortex. Verschilsscores waren groter in de neutrale- vs. negatieve-emotieconditie dan in de neutrale- vs. positieve-emotieconditie.

Discussie

Het doel van dit onderzoek was om door middel van een EEG-onderzoek meer inzicht te krijgen in de mechanismen van emotie en hoe deze mechanismen invloed hebben op cognitieve functies door middel van het moduleren van aandacht. Verwacht werd in dit onderzoek dat positieve emotie de taakprestatie verbeterde als de lettermatching-taak in het rechter visuele veld gepresenteerd werd, en dat negatieve emotie de taakprestatie verbeterde als de lettermatching-taak in het linker visuele veld gepresenteerd werd. Deze verbetering van taakprestatie wordt geassocieerd met een verhoogde activiteit in de linker of in de rechter frontale gebieden inclusief de PFC. Een emotie primed, afhankelijk van de valentie, de linker of rechter hemisfeer door aandachtsbronnen aan te sturen via de PFC. Door verhoogde aandacht door een neurale “boost” zal de taakprestatie van de cognitieve taak (lettermatching) verbeteren. In dit onderzoek werd gekeken naar de gedragsdata (reactietijden en accuratesse) en de elektroфизиologie tijdens de cognitieve taak.

Reactietijden en accuratesse

Uit de gedragsdata kwam naar voren dat er een LVV-voordeel was in reactietijd voor zowel ‘gelijk’ en ‘ongelijk’ responsen, maar vooral voor ‘gelijk’ responsen. Proefpersonen reageerden sneller als de cognitieve taak in het LVV aangeboden werd. Proefpersonen

maakten minder fouten als de cognitieve taak in het LVV werd aangeboden en er een 'gelijk' respons gegeven moest worden. Bij een 'ongelijk' respons was er juist een RVV-voordeel wat betreft de accuratesse. Deze resultaten komen niet overeen met de bevindingen van Van Strien en Heijt (1995) en Eviatar en Zaidel (1992). Zij vonden een RVV-voordeel voor 'gelijk' responsen en een LVV-voordeel voor 'ongelijk' responsen in VHF-studies van Lettermatching. De verschillen in resultaten zouden verklaard kunnen worden doordat de taken verschillen. In het experiment van Van Strien en Heijt (1995) dienden woorden als prime. Dit zou geleid kunnen hebben tot een hogere activatie in de linkerhemisfeer. Ook vonden zij tragere reactietijden. Dit zou aan kunnen geven dat hun taak meer moeite kostte en dus meer verwerking nodig had.

Volgens de valentiehypothese zou je verwachten dat negatieve plaatjes gebieden in de rechterhemisfeer zouden primen zodat een cognitieve taak in het LVV betere prestaties op zou leveren, en dat positieve plaatjes gebieden in de linkerhemisfeer zouden primen zodat de cognitieve taak in het RVV een betere prestatie op zou leveren. In dit onderzoek werd geen significant interactie-effect tussen veld, emotie en respons gevonden maar wel een trend. Binnen deze trend werd tegen de verwachting in het omgekeerde effect gevonden. Bij een 'gelijk' respons werd er een LVV-voordeel voor alle drie de emotiecondities gevonden. Bij een 'ongelijk' respons werd er voor positieve plaatjes specifiek een LVV verbetering t.o.v. neutrale plaatjes gevonden. Voor negatieve plaatjes werd er specifiek een RVV verbetering t.o.v. neutrale plaatjes gevonden. Deze resultaten komen niet overeen met de valentiehypothese en de bevindingen van Simon-Thomas, Role, en Knight (2005). Het verschil in resultaten met het onderzoek van Simon-Thomas et. al. (2005) zou verklaard kunnen worden doordat in dit onderzoek ook positieve valentie werd meegenomen en er gecontroleerd werd voor arousal. Bovendien hadden Simon-Thomas et. al. (2005) een Strooptaak als cognitieve taak gebruikt.

N2

De resultaten van de ERPs kwamen gedeeltelijk overeen met de resultaten uit de gedragsdata. In de ERP-data werden wel een aantal emotie-effecten gevonden die niet in de gedragsdata gevonden werden. De N2 liet een veld*emotie*respons interactie zien die deels overeen komt met de valentiehypothese. Bij een 'gelijk' respons in het RVV was er na een positief plaatje meer positiviteit op deze vroege component dan bij een 'gelijk' respons in het LVV. Na een negatief plaatje leek dit patroon enigszins omgekeerd. Bij de 'ongelijk' respons waren alle VV verschillend omgedraaid. Na een positief plaatje was er meer

positiviteit bij LVV versus RVV aanbiedingen. Uit de gedragsdata bleek dat ‘ongelijk’-responsen het best in het LVV, dat wil zeggen door de rechterhemisfeer worden verwerkt. De effecten van positieve versus negatieve plaatjes lijken hier het sterkst tegenovergesteld aan elkaar te zijn. De gevonden effecten lijken het resultaat van een ingewikkeld samenspel van hemisfeer-specifieke emotionele activatie en de benodigde hemisfeer-specifieke bronnen voor de cognitieve taak.

Tevens werd er voor de N2 een interactie van emotie en elektrode gevonden. De N2 gevonden in de extrastriate cortex wordt geassocieerd met hogere orde verwerking van visuele stimuli. Uit de topografische weergaven bleek dat voor negatieve plaatjes deze verwerking sterker en meer was in de rechterhemisfeer, dan voor positieve plaatjes die meer in de linkerhemisfeer verwerkt werden. Dit komt overeen met de valentiehypothese. De bevinding dat negatieve emotie meer verwerkt werd dan positieve emotie ondanks de gelijke arousal, kan verklaard worden door de rol van amygdala. De amygdala kan direct en indirect aandachtsbronnen moduleren en doet dat meer bij negatieve emotie dan bij positieve emotie (Pessoa en Ungerleider, 2004).

Naast de emotie-effecten werd er een interactie-effect gevonden van het visuele veld met elektrode. Uit de topografische weergave bleek dat dit overeen komt met de contralaterale verwerking van visuele stimuli in de occipitaal cortex.

Uit de resultaten van dit onderzoek kwam naar voren dat er voor wat betreft de N2 op de cognitieve taak geen duidelijke bewijzen gevonden zijn voor de valentiehypothese. Wel was er een onderscheid te zien tussen valenties. Negatieve emotie had meer invloed op informatieverwerking dan positieve emotie. Het is duidelijk dat er al in dit vroege stadium meer aandachtsbronnen werden getrokken naar de extrastriate cortex waar visuele informatie verwerkt wordt. Deze bevindingen komen overeen met de wetenschappelijke literatuur over de directe en indirecte invloed van de amygdala die aandachtsbronnen medieert.

P300

Ook in de P300 werd geen duidelijk bewijs gevonden voor de lateralisatietheorieën van emotie. Voor beide valenties was de P300 toegenomen in het rechterfrontale gebied. Op posterieure locaties nam de P300 af na de aanbieding van emotionele plaatjes. Deze verschillen waren sterker in de negatieve-emotieconditie dan in de positieve-emotieconditie. De P300 wordt geassocieerd met toegenomen moeilijkheidsgraad en toegenomen lading van het werkgeheugen (McEvoy, Smith en Gevins, 1998). De P300

neemt ook toe als bronnen een hogere waarde hebben, onverwacht of vreemd zijn, of als aandachtsbronnen in de PFC toegenomen zijn (Soltani en Knight, 2000). De toegenomen P300 in de rechter PFC kan dus verklaard worden door toegenomen aandachtsbronnen. In de N2 heeft de negatieve-emotieconditie al een hogere waarde gekregen in de extrastriate cortex. Dit speelt waarschijnlijk ook door in de P300. De PFC stuurt net als de amygdala aandachtsbronnen aan.

Het gevonden interactie-effect tussen veld, emotie en respons kan net als bij de N2 verklaard worden door taakverschillen. De toename van de N2 en de P300 bij een 'ongelijk' respons voor de positieve-emotieconditie in het LVV kwam overeen met de snellere reactietijden die in de gedragsdata gevonden werden.

LPP

In de LPP werd een effect gevonden van respons. De 'gelijk' respons leidde tot een minder hoge LPP. Dit hangt mogelijk samen met de gevonden resultaten dat gelijke letterparen makkelijker en sneller te beoordelen zijn dan ongelijke letterparen en dus minder aandacht vragen.

De topografische analyse van de interactie van emotie en elektrode liet een toename van de LPP zien in de rechter frontale gebieden en een afname in de bilaterale posterieure gebieden, het duidelijkst als gevolg van het aanbieden van negatieve plaatjes. Dit zou een gegeneraliseerde toename van waarde toegeschreven aan negatieve stimuli kunnen reflecteren als consequentie van gemoduleerde aandachtsbronnen door de amygdala en de PFC. De positieve stimuli leidden ook tot een toegenomen verwerking, vergeleken met neutrale stimuli, maar niet zo sterk als de negatieve stimuli. Deze bevindingen geven aan dat verwerking van hogere orde processen van de Lettermatchingtaak door emotionele plaatjes beïnvloed werd. Extra aandachtsbronnen zorgden voor een toegenomen frontaalpariëtaal netwerk dat betrokken is bij het deel van het werkgeheugen dat bij deze taak hoorde. Doordat de taak beïnvloed werd door emotie nam de verwerking toe.

Interactie tussen emotionele en cognitieve netwerken

Uit de resultaten van dit onderzoek is duidelijk geworden dat het emotienetwerk invloed heeft op cognitieve netwerken. Dat is niet alleen zichtbaar in de verhoogde activatie in bepaalde gebieden voor de emotiecondities maar ook in de effecten van respons en de interactie tussen emotie, respons en veld. Het zou kunnen dat de lateralisatietheorieën van

emotie alleen tot hun recht komen als alleen emotie getest wordt. Zodra er andere en overlappende hersengebieden actief worden door een cognitieve taak zou het kunnen zijn dat de verschillen tussen de hemisferen in valentie wegvallen. Het is immers duidelijk dat bepaalde modules in de hersenen competitie hebben voor aandachtsbronnen. Hetzelfde geldt ook voor cognitieve netwerken. In dit onderzoek werd een cognitieve taak lateraal aangeboden. Het zou kunnen zijn dat cognitieve processen die lateraal verwerkt worden beïnvloed door de lateralisatie van emotie.

Alleen kijken naar de lateralisatie van emotie of de lateralisatie van cognitie is interessant maar komt minder overeen met de werkelijkheid. Aangezien wij continue geprikkeld worden en continue onze cognitieve functies gebruiken is het belangrijk om rekening te houden met interacties van emotionele en cognitieve processen.

Beperkingen

Naast het feit dat dit onderzoek waarschijnlijk niet geschikt was om een lateralisatietheorie te testen door de vele interacties met cognitieve netwerken is dit onderzoek moeilijk te vergelijken met andere onderzoeken omdat de takencombinatie anders was. Het soort taak kan invloed hebben op de interacties tussen verschillende netwerken. In dit onderzoek kwam dat reeds duidelijk naar voren in de emotie*veld*respons interacties en de responseffecten. Verder waren er te weinig proefpersonen om te kijken naar sekseverschillen. Tot slot heeft dit onderzoek een methodologische beperking. Het is moeilijk om de schedeldistributie van de ERP-componenten te interpreteren omdat bronnen in de hersenen vaak niet direct onder de elektrode liggen die een maximale amplitude registreert. Soms liggen ze zelfs in een andere hemisfeer (Fonaryova Key, Dove en Maquire, 2005).

Conclusie

Emotie speelt een belangrijke rol in het reguleren van interacties tussen mensen en hun omgeving. Omdat emotie verspreid zit over het hele brein hebben de gebieden die geassocieerd worden met emotionele functies ook allerlei verbindingen met andere gebieden. Emotie heeft daardoor invloed op verschillende cognitieve functies. Een belangrijke mediator van cognitieve functies die beïnvloed wordt door emotie is aandacht. Om de invloed van emoties op cognitieve functies specifiek te onderzoeken moeten we eerst weten hoe en waar het brein emoties verwerkt. Na vele onderzoeken is er nog steeds

geen eenduidig resultaat over welke emotietheorie klopt en hoe emoties nou precies verwerkt worden in het brein. Het feit dat er geen eenduidige resultaten zijn gevonden uit EEG- en fMRI-studies, en de vele kritieken op de onderzoeken zelf, geeft aan dat het nodig is om meer duidelijkheid over emotionele processen in het brein te onderzoeken. Het geeft ook aan dat de lateralisatietheorieën van emotie niet specifiek genoeg zijn om onderzoeksresultaten te verklaren.

Het doel van dit onderzoek was om door middel van een EEG-onderzoek meer inzicht te krijgen in de mechanismen van emotie en hoe deze mechanismen aandachtsbronnen trekken die op hun beurt cognitieve processen beïnvloeden. In de gedragsdata en EEG-data werden geen bewijzen gevonden voor de lateralisatietheorieën van emotie. Wel werd er bewijs gevonden dat de cognitieve taak beïnvloed wordt door de emotionele plaatjes. De negatieve plaatjes hadden het meeste invloed. De N2 ERP was toegenomen in de extrastriate cortex. De P300 en de LPP waren toegenomen in het rechterfrontale gebied. Deze resultaten kunnen in verband gebracht worden met de rol van de amygdala die al vroeg een hogere waarde toekent aan emotionele stimuli, vooral negatieve, en aan de rol van de PFC die aandachtsbronnen aanstuurt als stimuli een hogere waarde hebben. Dit zou tevens een verklaring kunnen zijn voor het beter opslaan en ophalen van emotionele gebeurtenissen uit het geheugen.

Dit onderzoek laat zien dat het emotionele netwerk selectief bepaalde hersendelen faciliteert gedurende een cognitief proces, waarschijnlijk door middel van het moduleren van aandacht. Meer onderzoek is nodig om de interactie tussen emotionele en cognitieve processen te achterhalen. Niet alleen om een beter beeld te krijgen van hoe onze hersenen ons gedrag bepalen in gezonde conditie, maar ook om een beter beeld krijgen van psychopathologische stoornissen als anxiety, fobieën en depressie gekenmerkt door verhoogde gevoeligheid van affectieve gebeurtenissen.

Referenties

Borod, J. C. (1992). Interhemispheric and intrahemispheric control of emotion: A focus on unilateral brain damage. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60,, 339-348.

Borod, J.C. (1993). Emotion and the brain-anatomy and theory: An introduction to the Special Section *Neuropsychology*, 7, 427 - 432.

Canli, T., Desmond, J.E., Zhao, Z., Glover, G., & Gabrieli, J.D.E. (1998). Hemispheric asymmetry for emotional stimuli detected with fMRI *Neuroreport*, 9, 3233 - 3239.

Cato, M.A., Crosson, B., Gokcay, D., Soltysik, D., Wierenga, C., Gopinath, K., Himes, N., Belanger, H., Bauer, R.M., Fishler, I.S., Gonzalez-Rothi, L., Briggs, R.W. (2004). Processing Words with Emotional Connotation: An fMRI Study of Time Course and Laterality in Rostral Frontal and Retrosplenial Cortices. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 167-177.

Cuthberg, B.N., Schupp, H.T., Bradley, M.M., Birbaumer, N., Lang, P.J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95-111.

Davidson, R.J. & Irwin, W. (1999). The functional neuroanatomy of emotion and affective style. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 11-21.

Davidson, R. (2004). What does the prefrontal cortex “do” in affect: perspectives on frontal EEG asymmetry research. *Biological Psychology*, 67, 219-233.

Dolcos, F., Cabeza, R. (2002). Event-related potentials of emotional memory: Encoding pleasant, unpleasant, and neutral pictures. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 2, 252-263.

Dolcos, F., LaBar, K.S., Cabeza, R. (2004). Dissociable effects of arousal and valence on prefrontal activity indexing emotional evaluation and subsequent memory: an event-related fMRI study. *NeuroImage*, 23, 64-74.

Eimer, M., Holmes, A. & McGlone, F.P. (2003). The role of spatial attention in the processing of facial expression: An ERP study of rapid brain responses to six basic emotions. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3, 97-110.

Eviatar, Z., & Zaidel, E. (1992). Letter matching in the hemispheres: Speed accuracy tradeoffs. *Neuropsychologia*, 30, 699-710.

Fonaryova Key, A. P., Dove, G. O. & Maquire, M. J. (2005). Linking Brainwaves to the Brain: An ERP Primer. *Developmental Neuropsychology*, 27, 183-215.

Gazzaniga, M.S., Ivry, R.B., & Mangun, G.R. (2002). Chapter 13: Emotion In Gazzaniga, M.S., Ivry, R.B., & Mangun, G.R, *Cognitive Neuroscience: The Biology of Mind (2 nd edition)*, 537 - 576. New York: Norton.

Heilman, M.D., Gilmore, R. L.(1998). Cortical Influences in Emotion. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 15, 409-423.

Heller, W. (1993). Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality, and arousal *Neuropsychology*, 7, 476 - 489.

Herrington, J.D., Mohanty, A., Koven, N.S., Fisher, J.E., Stewart, J.L., Banich, M.T., Webb, A.G., Miller, G.A., Heller, W. (2005). Emotion-Modulated Performance and Activity in Left Dorsolateral Prefrontal Cortex. *Emotion*, 5, 200-207.

Kenntner-Mabiala, R., Pauli, P. (2005). Affective modulation of brain potentials to painful and nonpainful stimuli. *Psychophysiology*, 42, 559-567.

Kesler, M.L., Andersen, A.H., Smith, C.D., Avison, M.J., Davis, C.E., Kryscio, R.J., Blonder, L.X. (2001). Neural substrates of facial emotion processing using fMRI. *Cognitive Brain Research*, 11, 213-226.

Lang, P.J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50, 372-385

Lee, G.P., Meador, K.J., Loring, D.W., Allison, J.D., Brown, W.S., Paul, L.K., Pillai, J.J., Lavin, T.B. (2004). Neural Substrates of Emotion as Revealed by Functional Magnetic Resonance Imaging. *Cognitive & Behavioral Neurology*. 17, 9-17.

McEvoy, L.K., Smith, M.E., & Gevins, A. (1998). Dynamic cortical networks of verbal and spatial working memory: effects of memory load and task practice. *Cerebral Cortex*, 8, 563-574.

Pessoa, L. & Ungerleider, L. G. (2004). Neuroimaging studies of attention and the processing of emotion-laden stimuli. *Progress in Brain Research*, 144, 171-185.

Schupp, H.T., Cuthberg, B.N., Bradley, M.M., Cacioppo, J.T., Ito, T., Lang, P.J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37, 257-261.

Schupp, H.T., Junghofer, M., Weike, A.I., Hamm, A.O. (2003). Attention and emotion: an ERP analysis of facilitated emotional stimulus processing. *NeuroReport*, 14, 1107-1110.

Schupp, H.T., Junghofer, M., Weike, A.I., Hamm, A.O. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, 41, 441-449.

Simon-Thomas, E.R., Role, K.O., en Knight, R.T. (2005). Behavioral and Electrophysiological Evidence of a Right Hemisphere Bias for the Influence of Negative Emotion on Higher Cognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 518-529.

Soltani, M., & Knight, R.T. (2000). Neural Origins of the P300. *Critical Reviews in neurology*, 14, 199-224.

Spreckelmeyer, K.N., Kutas, M., Urbach, T.P., Altenmuller, E., Munte, T.F. (2005). Combined perception of emotion in pictures and musical sounds. *Brain Research*, xxx-xxx.

Sutton, S.K., & Davidson, R.J. (1997). Prefrontal brain asymmetry: A biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems *Psychological Science*, 8, 204 - 210.

Van Strien, J.W., Heijt, R. (1995). Altered Visual Field Asymmetries for Letter Naming and Letter Matching as a Result of Concurrent Presentation of Threatening and Nonthreatening Words. *Brain and Cognition*, 29, 187-203.

Van Strien, J. W., & Valstar, L.H. (2004). The lateralized Emotional Stroop Task: Left visual field interference in women. *Emotion*, 4, xxx-xxx.

Wager, T.D., Luan Phan, K., Liberzon, I., Taylor, S.F. (2003). Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging. *NeuroImage*, 19, 513-531.

Veilleumier, P. (2005). How brains beware: Neural mechanisms of emotional attention. *TRENDS in Cognitive Science*, 9, 585-594.

Bijlagen

Bijlage 1.

IAPS nummers

Positieve plaatjes (lage arousal): 7900, 5000, 1450, 2320, 2370, 1610, 2270, 5200, 5760, 5891, 1604, 2000, 1900, 1620, 7325, 1812. **Positieve plaatjes (hoge arousal):** 5910, 8500, 4599, 8090, 8496, 7502, 8210, 5626, 8034, 8200, 5629, 4660, 8080, 8490, 8370, 8030. **Negatieve plaatjes (lage arousal):** 9360, 2722, 9001, 2206, 9331, 9045, 2590, 6010, 2490, 9090, 9110, 9010, 9390, 9280, 2753, 9330. **Negatieve plaatjes (hoge arousal):** 1050, 3500, 6212, 6230, 6312, 6313, 6350, 6570, 9600, 9620, 9622, 9810, 9910, 9921, 9050, 9250. **Neutrale plaatjes:** 4531, 8501, 7006, 7235, 2800, 9120, 7640, 5510, 2560, 5410, 7035, 7060, 7080, 7150, 7170, 7180, 2190, 2200, 2381, 2410, 2480, 2580, 2830, 2840, 2880, 5534, 5740, 7002, 7009, 7020, 7050, 7090, 7100, 7130, 7140, 7190, 7205, 7207, 7224, 7233, 7490, 7491, 7500, 7550, 7560, 7590, 9070, 9700.

Bijlage 2.

Conditie (Valentie.VHF.Respons)	Gem. valide segmenten	Gem. valide segmenten	
		Max.	Min.
Neg.L.Gelijk	13.2	16	5
Neg.L.Ongelijk	12.9	16	4
Neg.R.Gelijk	13.4	16	4
Neg.R.Ongelijk	13.5	16	2
Pos.L.Gelijk	13.4	16	10
Pos.L.Ongelijk	13.2	16	6
Pos.R.Gelijk	13.1	16	9
Pos.R.Ongelijk	13.4	16	5
Neut.L.Gelijk	13.7	16	5
Neut.L.Ongelijk	12.8	16	4
Neut.R.Gelijk	12.8	16	5
Neut.R.Ongelijk	13.7	16	4
Totaal	159.1	192	63