

Hoofdstuk 8.

De emoties de baas.

Samenvatting.

Na een korte historische inleiding wordt de vraag gesteld of emoties te definiëren zijn. Wat zijn de kenmerken die er een universele menselijke trek van maken? De emotie angst wordt uitgekozen om in detail te bestuderen omdat daarover het meest bekend is. Via een historisch overzicht wordt de (lange) ontwikkeling naar een beter inzicht geschetst. Men is er in geslaagd aan te geven welke hersendelen en processen bij deze emotie een rol spelen. Ook bij angst blijkt sprake van een functiesysteem zoals in de Inleiding is omschreven. Door deze bevestiging en het betere inzicht in de details kan door analogie een definitie worden voorgesteld en een aantal “emoties” worden aangegeven. Er blijken er meer te zijn dan verwacht. Ten slotte wordt aangegeven hoe stemmingen met emoties samenhangen, hoe (en òf) de startsignalen aangepast kunnen worden en welke voorlopige, maar nog incomplete, lijst er te maken valt van relationele functiesystemen.

Inhoudsopgave Hoofdstuk 8.

1. Inleiding.	2
2. Zijn emoties te definiëren?	3
3. Angst.	4
4. Onbewuste processen.	5
5. De amygdala.	10
6. Stress en angst.	12
7. Bewustzijn en angst.	15
8. Een definitie van emoties.	16
9. Andere emoties.	18
10. Stemmingen.	21
11. Emoties en geheugen.	21
12. Relationele functiesystemen.	22

1. Inleiding.

De Griekse filosofen hebben een doorslaggevende rol gespeeld bij het ontwikkelen van het kritisch denken over en verklaren van verschijnselen en/of problemen die zich aan hen voordeden. De logica deed zijn intree en daarmee ontstond een nieuw onderscheid tussen waar en niet waar, mogelijk en onmogelijk. Cognitie kreeg een eigen plaats tegenover emotie, rationeel tegenover irrationeel, verstand tegenover gevoel. Gewaarwordingen en gedachten werden als het ware in tweeën gedeeld waarbij een logisch, controleerbaar en voorspelbaar deel ontstond, beheerst door de ratio, dat zich leende voor verstandige behandeling en een niet te begrijpen, niet bestuurbaar, haast dwangmatig deel, beheerst door de emotie, waar men geen vat op kon krijgen. Zo stelde Plato in *Phaedo* dat hartstocht, verlangens en vrees het ons onmogelijk maakten te denken. Voor hem waren hartstochten als wilde paarden, die door het intellect, als wagenmenner, in toom gehouden moesten worden. Emoties maakten deel uit van het gevoelsleven dat verwant was aan hetgeen bij dieren werd aangetroffen en dus van lagere orde dan de menselijke geest. Er was kortom een sterke behoefte om emoties onder controle te krijgen om zo de illusie te houden dat mensen als zelfstandige, verantwoordelijke individuen kunnen functioneren. De rede werd daarbij in staat geacht over emoties na te denken en er een verklaring voor te zoeken. Descartes ging nog een stapje verder met zijn “cogito, ergo sum”. Hij verbond het bewustzijn met de rede en het zijn, niet met de emoties.

Soms zijn we ons van onze emoties bewust en spreken we van gevoelens en soms werken emoties onbewust en merken we er pas wat van als we de lichamelijke veranderingen gewaar worden die er het gevolg van zijn. Ook kunnen onbewuste emoties onze aandacht sturen zonder dat we het in de gaten hebben.

Bij kinderen zijn emotionele uitingen normaal. Zij worden echter vaak gezien als voorbijgaand gedrag dat nog niet volwassen is. Het verstand komt met de jaren. Normaal, d.w.z. beheerst gedrag, kan geleerd worden. Bij de opvoeding worden dan ook sociale spelregels overgedragen die zowel beperkingen opleggen aan het ongeremd uiten van emoties als het inbedden ervan in vaste, haast rituele, kanalen. Dergelijke uitingen krijgen daardoor ook een sociale functie. Het is dan ook niet verwonderlijk dat het idee ontstond dat de uitingen van emoties sterk cultureel bepaald waren. Daarnaast had men opgemerkt dat sommige mensen sneller klaar staan om hun emoties de vrije loop te laten terwijl anderen deze beter onder controle hebben. Hippocrates stelde de twee groepen al tegenover elkaar met zijn choleriche en flegmatische typen. Hier leek aanleg weer de achtergrond te vormen. Een belangrijke vraag drong zich op: welk deel van de emoties waren intrinsieke eigenschappen, die via erfelijkheid worden doorgegeven en welk deel is aangeleerd door opvoeding en omstandigheden. Tenslotte blijkt het heel moeilijk om precies onder woorden te brengen wat we voelen bij een

bepaalde emotie. Het is het non-verbale signaal van de functiesystemen dat niet in taal te vangen is. Het zou slechts aan kunstenaars gegeven zijn om met emoties te spelen en deze (gecontroleerd) op te roepen, herkenbaar en inleefbaar te maken.

2. Zijn emoties te definiëren?

Emotioneel zijn is een hoedanigheid die zich op verschillende wijzen kan uiten (driftig, verdrietig, jaloeers, impulsief, angstig etc.). Emotie geldt als (verbaal) verzamelbegrip voor deze gevoelens, die daarmee als het ware onder een noemer gebracht worden, waardoor (ten onrechte) gesuggereerd wordt dat zij verschillende uitingen zijn van één gevoelsleven, dat als overkoepelende eigenschap, naast (en liefst onder controle van) onze rede, zijn eigen spelregels en rechtvaardiging kent. Dit is een valkuil die we moeten vermijden. Het is dan ook nuttig om na te gaan wat aparte gevoelens zijn en of deze onafhankelijk van elkaar kunnen voorkomen.

De evolutie brengt slechts specifieke eigenschappen tot ontwikkeling. Ook de verschillende emoties zouden zo apart gevormd kunnen zijn omdat ze gericht zijn op overleven, elk op hun eigen terrein. Daarom ging men zoeken naar aangeboren basisemoties. Het onderzoek naar het ontstaan en de werking van afzonderlijke basisemoties is pas in de tweede helft van de twintigste eeuw goed op gang gekomen. Het is interessant om deze ontwikkeling te volgen omdat daardoor de valkuilen zichtbaar worden waardoor onze kennisontwikkeling is afgeremd.

Omdat bleek dat emoties moeilijk objectief waren te definiëren trachtte men eerst door introspectie en het onder woorden brengen van de belevenis die een emotie teweegbrengt na te gaan of er een specifiek patroon viel waar te nemen dat door mensen uit verschillende culturen gedeeld wordt. Daar dit altijd achteraf werk was en er, vaak onbewust, al veel bij werd voorgeselecteerd en (cultureel) geïnterpreteerd, waren de resultaten ervan van beperkte wetenschappelijke waarde.

Een andere methode van onderzoek was dat men naar de zichtbare uitingen van de emotie keek en niet naar de beleving. Aan de hand van vooral gelaatsuitdrukkingen ging men na of er bij verschillende culturen dezelfde expressies waar te nemen waren bij specifieke emoties. Indien dat zo was kon worden aangenomen dat deze gelaatsuitdrukkingen en de bijbehorende emoties aangeboren reacties waren, gestuurd door vaste patronen in de hersenen, onafhankelijk van cultuurverschillen. Op grond hiervan stelde (Tomkins 1962) het bestaan voor van acht basisemoties nl. verbazing, interesse, vreugde, woede, angst, walging, schaamte en kwelling. P. Ekman en Friesen (Ekman and Friesen 1975) stelden in 1975 een kortere lijst voor van zes basisemoties waarbij universele gelaatsexpressies horen nl. verbazing, geluk, woede, angst, walging en verdriet. Hoewel de methode niet zonder kritiek is gebleven (zie o.a. Andrew

Ortony en Terrance Turner, (Ortony and Turner 1990)) heeft het toch geholpen om de vraag of basisemoties aangeboren waren of aangeleerd in het voordeel van de eerste te beslissen. Toch blijft de belangrijke vraag bestaan of basisemoties zich altijd manifesteren via standaard gelaatsuitdrukkingen. Zijn honger, seks, slaap, zorg voor kinderen e.d. dan geen basisemoties?

Moderne evolutionaire theoretici van emoties zoals Ekman (Ekman 1992) stellen dan ook dat basisemoties ontstaan om antwoord te geven op fundamentele levensproblemen. Ook Tooby en Cosmides (Tooby and Cosmides 1990) betogen dat basisemoties erfelijke reactiepatronen zijn op situaties, die zich telkens weer gedurende onze evolutionaire geschiedenis voordeden en daardoor uitgeselecteerd zijn.

Angst is een verdediging tegen gevaar, honger doet naar adequate voeding zoeken, het verlangen naar seks leidt tot voortplanting, zorg en bescherming van kinderen tot voortbestaan. Elke aparte basisemotie heeft haar specifieke functie en reageert op haar eigen problemen met afzonderlijke oplossingen, die door de evolutie voor dat geval zijn uitgesorteerd. Ze hebben zich separaat (evolutionair) ontwikkeld met eigen neurale systemen als reactie op verschillende omstandigheden. Ze zijn vaak net zo verschillend als de neurale systemen voor zien, horen, voelen, ruiken en proeven. Hersensystemen, die emoties voortbrengen, zijn evolutionair gezien oude en zeer stabiele systemen, die bij vele soorten op analoge wijze werken. Bij andere zoogdieren is er praktisch altijd in een of andere vorm wel iets van terug te vinden. Ratten en apen zijn dan ook gewilde proefdieren om hypothesen op uit te testen. We zullen angst als voorbeeld gebruiken omdat daarover het meeste bekend is.

3. Angst.

Angst is een emotie die qua functionering sterke onderlinge gelijkenis vertoont met zowel reptielen, vogels als zoogdieren (bijv. het verstijven als eerste reactie op angst). Ook het ontstaan van angst is een proces waarover we niet zo veel controle hebben, zeker niet bewust. Als iets onverwachts gebeurt - een hard geluid of een plotselinge beweging in onze omgeving - stoppen we met onze bezigheden, kijken in de richting van de stimulus en speuren naar acuut gevaar. Dit gaat erg snel, in een reflex, waarin actie voorafgaat aan bewust bedoeld gedrag. Een moeilijk identificeerbare dreiging, zoals een onbekend geluid in de nacht, doet ons verstijven, soms zo sterk dat de persoon in kwestie nauwelijks kan spreken of ademhalen. Als de bron van het gevaar gelokaliseerd kan worden en er ontsnapping of verberging mogelijk is zal dat waarschijnlijk geprobeerd worden. Feitelijk contact met de bron van het gevaar, vooral als het pijn doet, zal ons doen uithalen, bijten, krabben of ons dwingen andere geweldadige acties uittevoeren. Ook is het mogelijk dat het ons tot onderwerping kan brengen. In feite zijn er maar een paar strategieën die we gebruiken bij angst. Niet opvallen door verstijven, ontsnappen door vluchten of verbergen, defensieve agressie door dreigen en terugvechten en ten slotte

onderwerping. Deze reacties zijn ook duidelijk te constateren bij o.a. ratten en zijn vrij universeel in het dierenrijk. Het zijn instinctieve reacties.

Ook lichamelijk verandert er veel bij plotselinge angst. De hartslag gaat omhoog, we gaan zweten, de spijsvertering vertraagt of stopt, het hormoon ACTH wordt afgescheiden door de hypofyse en stimuleert de afscheiding van epinefrine (adrenaline) door de bijnieren en bij dieren gaan de haren overeind staan. Het lichaam wordt klaargemaakt voor de noodzakelijke reacties. Dit alles geschiedt buiten de wil en het bewustzijn om. Angst heeft in feite twee separate reacties tot gevolg, enerzijds de boven omschreven lichamelijke reacties en anderzijds het zich bewust worden van angst, mede door de nieuwe lichamelijke staat waarin we verkeren. Het is notoir moeilijk om emoties te verwoorden anders dan door algemene etiketten. Dit komt mede omdat we bewust slecht toegang hebben tot deze voor een groot deel onbewust verlopende processen.

4. Onbewuste processen.

Wij zijn ons op ieder moment slechts van één toestand bewust. Er kunnen zich evenwel veel processen gelijktijdig afspelen. Onbewuste processen vormen eerder de regel dan de uitzondering in de systemen die tijdens de lange duur van de evolutie zijn ontstaan. We hebben waarschijnlijk een zeer onnauwkeurig beeld van de verfijning en perfectie van deze onbewuste processen in onze hersenen. Wat we dan ook zullen nagaan is niet zozeer de bewuste toestand van angst en de bijbehorende reacties als wel het systeem dat het gevaar ontdekt en dat snel en onbewust de eerste reacties teweegbrengt. Een belangrijke vraag daarbij is waarom niet alle stimuli een emotionele toestand van angst oproepen. Wat is het selectiemechaniek dat (onbewust) keuzes maakt? De meeste studies op dit gebied zijn gedaan bij dieren. Dieren kennen geen taal en hebben niet het soort bewustzijn dat wij hebben, maar reageren op angst toch praktisch op dezelfde wijze als wij. De evolutie heeft daarnaast voor grote continuïteit in de constructie en functionering van de hersenen gezorgd waardoor het mogelijk is te experimenteren met relatief nauw verwante soorten zoals ratten, katten, honden en apen.

Zoals in de inleiding is beschreven (blz. 6) bleek uit een onderzoek van Gazzaniga en LeDoux (LeDoux 1996) dat de (rationele) betekenis en de (emotionele) relevantie van een gebeurtenis of feit langs verschillende wegen in de hersenen verwerkt worden. De resultaten van dergelijke studies rechtvaardigen de opvatting dat de (rationele) betekenis en de (emotionele) relevantie twee aparte, maar wederzijds verbonden functies zijn, die door gescheiden hersensystemen in onderlinge wisselwerking worden voortgebracht. Als nl. een bepaald gedeelte van de hersenen beschadigd is, bijv. door een beroerte, gaat bijv. de mogelijkheid verloren om het emotionele belang van een gegeven stimulus in te schatten terwijl het vermogen om dezelfde stimulus te identificeren behouden blijft of vice versa. (zie ook het Klüver - Bucy syndroom op blz. 8) Ook blijkt dat het belang van de stimulus kan worden opgemerkt voordat

de perceptie ervan gereed is. Kortom, het is voor de hersenen mogelijk om te weten of iets goed of slecht voor ons is voordat ons bekend is wat het is. Als het belang van een stimulus is vastgesteld volgt automatisch een reactie, die door de evolutie voor die situatie uitgeselecteerd is, terwijl alleen identificering ervan niet gekoppeld is aan een vaste reactie. De geheugencircuits, waarin het emotionele belang wordt geregistreerd en opgeslagen, verschillen van die waarmee een bewuste herkenning vastgelegd wordt. Beschadiging van de eerste voorkomt een emotionele reactie terwijl beschadiging van de tweede ons verhindert om het bewust te herkennen, het ons te herinneren waar we het zagen en wat de omstandigheden toen waren. Als we tenslotte de herinnering aan een emotie in gedachten terugroepen zal het karakter van de emotionele reactie minder heftig zijn doordat we ons beperken tot de identificering. Het aantal verbindingen van het cognitieve centrum naar het emotionele centrum is bovendien aanzienlijk geringer dan andersom.

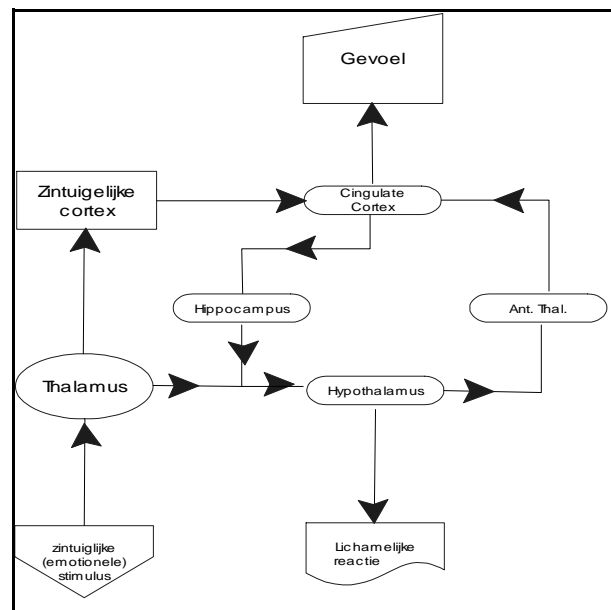
Al vroeg heeft men geconstateerd dat na het verwijderen van de hele cortex van een dier het angststelsel intact blijft. Weliswaar wordt het beest door het minste geringste geënerveerd en is het kennelijk niet in staat zijn reactie te reguleren of te beseffen maar het heeft de cortex er niet voor nodig. Later hebben Walter Cannon en Philip Bard (Cannon 1929) via proeven gezocht naar die delen in de hersenen die er verantwoordelijk voor zijn. Zij maakten vele laesies maar pas toen ze de hypothalamus verwijderden bleken slechts fragmenten van het angststelsel over te blijven. De hypothalamus, ongeveer zo groot als een pinda, is naast andere taken betrokken bij het reguleren van het autonome zenuwstelsel en is ook, o.a. via de “*mammillary bodies*”, verbonden met de thalamus en de cortex.

James Papez (Papez 1937) stelde in 1937 een voor die tijd gewaagde hypothese op, die dan ook lange tijd niet serieus genomen werd. Hij combineerde drie onderzoeken. De eerste was een theorie van C. Judson Herrick (Herrick 1933), een evolutionair geïnteresseerde anatoom, die stelde dat het deel van de hersenen onder de cortex evolutionair ouder was dan de later uitgegroeide cortex en vooral betrokken was bij primitievere functies, zoals reuk, seksueel gedrag en verdedigende tactieken. De zintuiglijke en motorische activiteiten zijn volgens Herrick geleidelijk overgenomen door de zich ontwikkelende cortex waardoor ruimte ontstond voor een uitwerking van primitieve sensaties in complexere cognitieve processen en de groei van eenvoudige motorische functies tot ingewikkelde menselijke gedragsvormen.

Naast dit evolutionaire onderscheid tussen de cortex en het deel er onder, gebruikte Papez waarnemingen over de gevolgen van hersenbeschadigingen en als derde een onderzoek over de rol van de hypothalamus bij emotionele reacties van dieren. De uitkomst was een theorie die een verklaring gaf voor de subjectieve ervaring van emoties met behulp van een informatiestroom door een circuit van anatomische verbindingen tussen de hypothalamus, de delen onder de cortex en weer terug naar de hypothalamus. Dit staat nu bekend als het circuit

van Papez (zie Fig.1 en Fig. 2 : Circuit van Papez.).

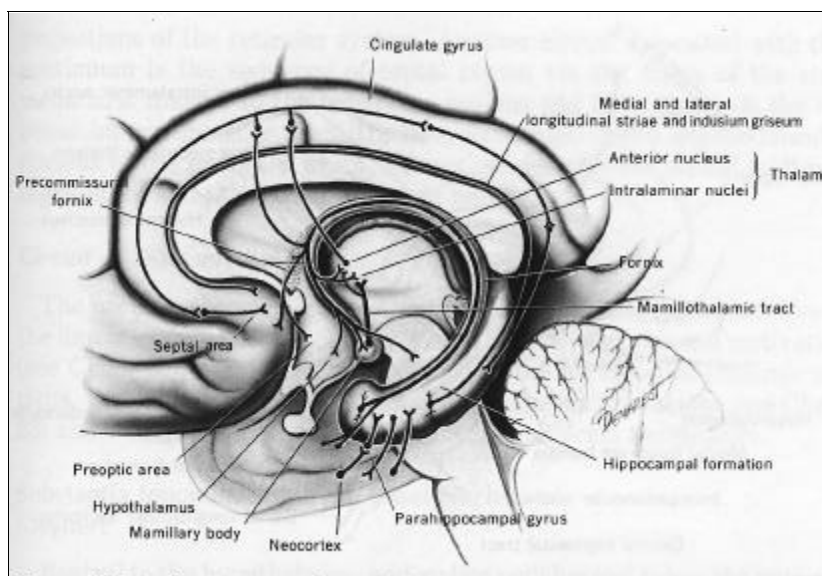
Hij betoogde dat, wanneer een zintuiglijke stimulus naar de thalamus wordt gestuurd, de prikkel zich splitst in twee afzonderlijke paden. Een gaat door naar de cortex, de gedachtestroom, en een naar de hypothalamus, de gevoelsstroom. En in analogie met de zintuiglijke systemen stelde hij voor dat de *anterior thalamic nucleus* een thalamisch relaystation is voor de gevoelsstroom, die door de *mammillary bodies* van de hypothalamus naar de *cingulate cortex* wordt doorgestuurd.



Figuur 1: Circuit van Papez.

Ten slotte stuurt de *cingulate cortex* zijn signalen naar de hippocampus die het weer terugstuurt naar de hypothalamus en daarmee de cirkel sluit. De hippocampus is een orgaan (met een vorm die op een zeepaardje lijkt, vandaar de naam) dat o.a. een rol speelt bij het (declaratief) geheugen. Via de cortex kan daarop een bewuste invloed worden uitgeoefend door een verbinding met de *cingulate cortex* en via die naar de hippocampus en de hypothalamus.

In Papez's tijd bestond er nog weinig inzicht in de verbindingen tussen de hersenonderdelen. Papez baseerde zijn circuit daarom gedeeltelijk op bekende verbindingen en daarnaast



Figuur 2: Hersencircuit van Papez.

op de effecten van beschadigingen in de verschillende hersenonderdelen zoals bij de hippocampus, omdat, wanneer deze door rabiës werd aangetast, de patiënt sterke symptomen van angst en woede vertoonde. Ook de *cingulate cortex* had bij beschadiging apathie, depressie, desoriëntatie en verlies aan emotionele spontaniteit tot gevolg.

Papez stelde dat emotionele ervaringen op twee manieren konden worden opgewekt. In eerste instantie wordt de cingulate cortex geactiveerd door de gevoelsstroom via de hypothalamus en de anterior thalamic nucleus en in tweede instantie door de gedachte-stroom via de cortexgebieden die met gewaarwording en geheugen te maken hebben.

Dit belangrijke onderscheid is lange tijd vergeten maar heeft recent weer aandacht gekregen. De meeste speculatieve verbindingen van Papez zijn later bevestigd en het Papez-circuit is in grote lijnen gevonden. Helaas is later gebleken dat dat circuit weinig met emoties te maken had. Wel heeft men het echte circuit later gevonden.

Een ander bekend onderzoek op dit gebied is dat van Klüver en Bucy. (Klüver and Bucy 1937) (Klüver and Bucy 1939) Zij onderzochten hersengebieden die betrokken waren bij door medicamenten veroorzaakte visuele hallucinaties. Zij ontdekten dat wanneer de slaapkwab (inclusief de amygdala en de hippocampus) bij apen verwijderd werd er een merkwaardige reactie optrad (zie 3: Klüver en Bucy.).

A case study of the effects on a monkey of temporal lobe removal.

The animal does not exhibit the reactions generally associated with anger and fear. It approaches humans and animals, animate as well as inanimate objects without hesitation and although there are no motor defects, tends to examine them by mouth rather than by the use of the hands.... Various tests do not show any impairment in visual acuity or in the ability to localize visually the position of objects in space.

However, the monkey seems to be unable to recognize objects by the sense of sight. The hungry animal, if confronted with a variety of objects, will, for example, indiscriminately pick up a comb, a Bakelite knob, a sunflower seed, a screw, a stick, a piece of apple, a live snake, a piece of banana, and a live rat. Each object is transferred to the mouth and then discarded if not edible.

3: Klüver en Bucy. 1937

Zij noemden dat psychische blindheid omdat de apen weliswaar goed konden zien maar niet in staat waren de emotionele betekenis van het geziene te onderkennen. Kennelijk gaat de mogelijkheid verloren om het emotionele belang van een bepaalde stimulus te ervaren. Dit Klüver - Bucy syndroom heeft als belangrijkste kenmerken het volledig afwezig zijn van angst, het niet in staat zijn bij visuele waarneming te onderkennen of een voorwerp eetbaar is, (zij staken alles in hun mond om dat te bepalen) en het seksueel hyperactief worden. Zij probeerden met alle andere apen te paren, ook met die van hetzelfde geslacht, evenals met leden van andere soorten, iets wat zelden bij apen wordt gezien. Angst is kennelijk een verschijnsel waarvoor de temporaal kwab (inclusief de amygdala en de hippocampus) nodig is.

Onderzoekingen naar de neurale basis van emoties werden door de tweede wereldoorlog onderbroken maar in 1949 weer opgepakt door Paul MacLean, die de Papez-theorie nieuw leven in blies, integreerde met het Klüver - Bucy syndroom en wat Freudiaanse psychologie. Hij bespeurde het belang van de hypothalamus voor het emotionele gevoel en dat van de neocortex voor de emotionele ervaring. Hij meende dat de neocortex weinig directe verbindingen

had met de hypothalamus en dus weinig invloed kon hebben op het autonome (sympathische) stelsel maar dat de evolutionair oudere middenhersenen er juist sterk mee geïntegreerd waren. Stimulering ervan wekte typisch autonome reacties op zoals veranderingen in de bloeddruk, hartslag, ademhaling en andere autonome processen. Daarom benoemde hij de middenhersenen, waartoe hij ook de hippocampus, de amygdala, septum en *prefrontal cortex* rekende, de “sympathische” hersenen (*visceral brain*). (zie: 4, MacLean) MacLean geloofde dat emotionele gevoelens ontstonden door integratie van gewaarwordingen afkomstig van de buitenwereld met gewaarwordingen afkomstig van het sympathische stelsel en dat deze integratie plaats vond in de middenhersenen, met name in de hippocampus. (MacLean 1949) Door de structurele verschillen in organisatie van hippocampus en neocortex zijn deze emoties daardoor voor ons moeilijk te begrijpen in tegenstelling tot onze gedachtewereld. Hij suggereerde dat daarom niet te verwachten viel dat er met woorden veel te bereiken was bij een psychotherapie.

In 1952 introduceerde MacLean de term “limbisch systeem” als een nieuwe naam voor zijn sympathische hersenen (*visceral brain*). (zie verder Hoofdstuk 3: Het centrale zenuwstelsel; § 3, Het limbisch systeem) Hoewel de conceptie van het limbisch systeem als zetel van emoties geen houdbare hypothese is gebleken, zijn er toch elementen in, die het niet geheel onbruikbaar maken.

Vooralsnog is het idee dat door de evolutie eigen systemen in de hersenen zijn ontstaan voor emotionele functies (zoals afweer tegen gevaar, het zoeken van voedsel en partners, het zorgen voor jongen, etc.) erg vruchtbaar gebleken.

De integratie van gewaarwordingen in de hippocampus volgens MacLean.

The cortical cytoarchitecture of the hippocampal formation indicates that it would have little efficiency as an analyser compared to the neocortex ***one might infer that the hippocampal system could hardly deal with information in more than a crude way, and was possibly too primitive a brain to analyze language. Yet it might have the capacity to participate in a nonverbal type of symbolism.*** This would have significant implications as far as symbolism affects the emotional life of the individual. One might imagine, for example, that though the visceral brain could not aspire to conceive of the colour red in terms of a three-letter word or as a specific wavelength of light, it could associate the colour symbolically with such diverse things as blood, fainting, fighting, flowers, etc. Therefore if the visceral brain were the kind of brain that could tie up symbolically a number of unrelated phenomena, and at the same time lack the analysing capacity of the word brain to a nice discrimination of their differences, it is possible to conceive how it might become foolishly involved in a variety of ridiculous correlations leading to phobias, obsessive compulsive behaviour, etc. Lacking the help and control of the neocortex, its impressions would be discharged without modification into the hypothalamus and lower centers. Considered in light of Freudian psychology, the visceral brain would have many of the attributes of the unconscious id. One might argue, however, ***that the visceral brain is not at all unconscious (possibly not even in sleep), but rather eludes the grasp of the intellect because its animalistic and primitive structure makes it impossible to communicate in verbal terms.***

[Laatste cursieve text van MacLean]

4: MacLean

Terecht spreken we in het Nederlands van hersenen (meervoud!) als verzameling van verschillende systemen.

Ook de veronderstelling dat die verschillende functies niet altijd met dezelfde code werken en dus niet alle gegevens kunnen uitwisselen betekende een doorbraak in het denken over het functioneren van de hersenen.

5. De amygdala.

Er is uitvoerig gezocht naar de hersencircuits die een rol spelen bij het optreden van angst. Via het uitschakelen van verschillende hersenonderdelen bij proefdieren en het volgen van zenuwverbindingen heeft men een goed beeld gekregen van de onderliggende processen. We zullen ons hier beperken tot de resultaten.

De amygdala blijkt een belangrijke rol te spelen. Het heeft de vorm van een amandel (vandaar de naam) dat grenst aan de hippocampus en onder de *rhinal cortex* ligt. De amygdala kent verscheidene kernen. De *cortical nucleus* van de amygdala smelt samen met de *rhinal cortex*. (De plaats waar reuksignalen worden opgepikt en herkend) Wanneer geluid de aanstichter is (en dat is vaak het geval!) wordt het geluid via het oor en enige tussenliggende relaystations als prikkel naar de thalamus gestuurd. Vandaar splitst het zich. Een kanaal voert direct naar de laterale nucleus in de amygdala en een ander kanaal brengt het naar de auditieve cortex en daarna weer terug naar de laterale nucleus in de amygdala. Deze laatste weg is echter veel langer. Bij een rat doet een auditieve stimulans er ongeveer twaalf milliseconden over om de amygdala te bereiken en duurt dat bijna tweekeer zo lang via de cortex. Omdat de directe weg de amygdala bereikt voordat een bewuste beeldvorming in de cortex is gevormd, kan slechts fragmentarische en ruwe informatie worden doorgestuurd. Dit stelt de hersenen echter in staat om snel te reageren. Daarna bereikt ook de informatie uit de cortex de amygdala. Deze kan eventueel het beeld corrigeren, bijvoorbeeld als we wakker geschrokken zijn van een hard geluid en we ons realiseren dat het de wekker was. Ook visuele - en geurstimuli werken zo. We schrikken van een slang en springen weg totdat we zien dat het een stuk plastic tuinslang is.

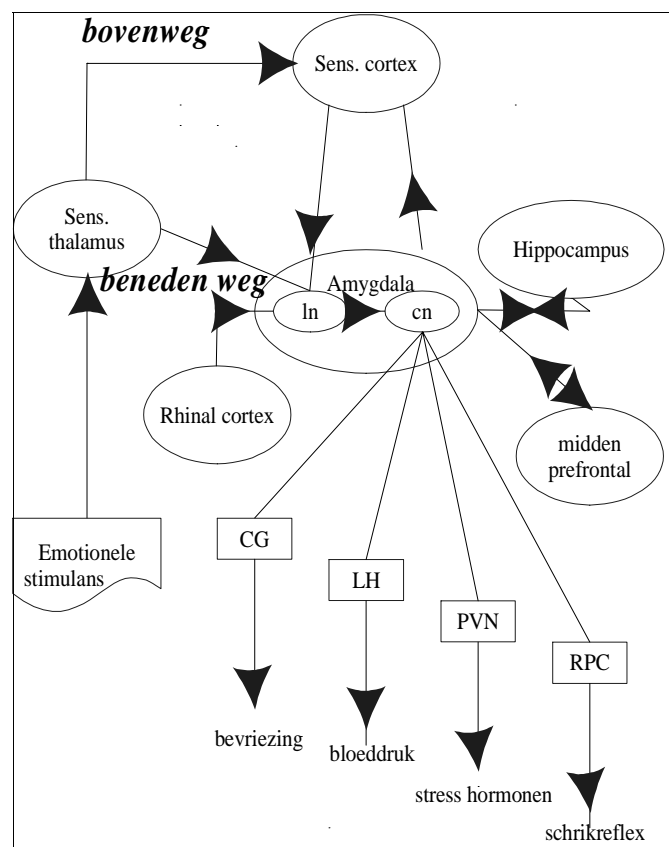
Bij het conditioneren worden vaak naast de CS ook andere stimuli die zich tegelijk voordoen opgenomen. De omgeving is een goed voorbeeld. Dit kan nuttig zijn om te overleven. Een konijn leert niet alleen te reageren op de aanwezigheid van de vos maar ook op de omgeving waar hij aangevallen is. De vos komt daar kennelijk, ook als hij niet zichtbaar is. Het interessante omtrent de omgeving is dat het niet één stimulus is maar een hele verzameling. Waar bewaart de amygdala al die informatie? Hier komt o.a. de hippocampus in beeld. De hippocampus is een orgaan dat aan de amygdala grenst. Bestaat de amygdala voornamelijk uit celgroepen (nuclei), de hippocampus is meer een vel, net als de *rhinal cortex* waaraan het grenst, bestaande uit lagen neuronnen. Vermoed werd dat de integratie van individuele stimuli

tot één context de taak van de hippocampus was. De hippocampus krijgt niet alleen informatie van individuele sensorische stimuli, zoals geluid of licht, het is ook zijn taak om er een samenhang van te maken en het te onthouden. Dit werd o.a. bevestigd door onderzoek van (Bechara, Tranel et al. 1995) Die onderzochten een patiënt met beschadigingen aan de amygdala in beide hemisferen. Het bleek niet mogelijk om geconditioneerde reflexen te vormen, maar de patiënt bleek wel te kunnen onthouden welke stimuli met elkaar verbonden werden. Dit in tegenstelling tot een andere patiënt met beschadigingen aan de hippocampus, die wel te conditioneren was maar niet bewust kon onthouden en weergeven welke stimuli bij elkaar hoorden. Een derde patiënt, waarbij de zowel amygdala als de hippocampus beschadigd was faalde op beide punten. Er zijn duidelijk twee soorten geheugen in het spel. Een werkt geheel onbewust (als procedureel geheugen) en wordt door de amygdala geraadpleegd en een ander, die wel bewust gemaakt kan worden (het declaratief geheugen) en die via de hippocampus tot stand komt. De integratie van individuele stimuli tot één context, zoals bij het waarnemen van de omgeving gebeurt, loopt kennelijk via het declaratief geheugen en niet via het procedurele geheugen.

Er komen in de amygdala drie signalen bij elkaar. De ruwe sensorische signalen van de thalamus, de precies uitgewerkte signalen van de cortex en de geleerde omgevingsignalen van de hippocampus. Mensen die geen signalen van de cortex ontvangen zullen een zeer gebrekkig inzicht in hun emoties hebben. Mensen, die geen signalen van hun hippocampus binnenkrijgen, zullen misplaatste emotionele reacties vertonen, mogelijk ook in de sociale context.

De amygdala is betrokken bij de waardering van emotionele betekenis. Ten slotte is er nog de invloed van de *medial prefrontal cortex*. Deze is betrokken bij de uitdoving van de CS wanneer deze herhaaldelijk wordt aangeboden zonder de US en de CR. Schematisch kunnen we de angstreactie nu als volgt weergeven: (zie Fig. 3)

Langs een of meer sensorische kanalen (bijv. visueel, auditief en/of reuk) komt een emotioneel stimulus complex binnen. Deze splitst zich op in de sensorische nuclei van de thalamus. Via de



Figuur 3: Schematische weg emotionele stimulus.

benedenweg naar de *lateral nucleus* van de amygdala en via de bovenweg naar de sensorische cortex en daarna terug naar de *lateral nucleus* van de amygdala. Deze laatste weg neemt circa tweemaal zoveel tijd als de eerste. Als het geheugen in de *rhinal cortex* aangeeft dat er gevaar bestaat wordt door de *central nucleus* in de amygdala aan het autonome zenuwstelsel een aantal reacties doorgegeven. Via de *central gray* (CG) verstijft het lichaam, via de laterale hypothalamus (LH) wordt de bloeddruk verhoogd, de *paraventricular hypothalamus* (PVN) scheidt stress-hormonen af en de *reticulopontis caudalis* (RPC) zorgt voor een schrikreflex. (zie o.a. (Kapp, Pascoe et al. 1984) (LeDoux 1993))

Dit wordt ook gemeld aan de cortex. De cortex heeft een veel gedetailleerder beeld gekregen, dat wordt vergeleken met het (bewuste) geheugen via de hippocampus waarna er een bevestiging of afzwakking van de acties van de *central nucleus* volgt. Het beeld van de situatie is inmiddels via het (bewuste) geheugen veel duidelijker geworden. Nu kan procesdeel 2 in actie komen. Er kunnen nu bewust volgende stappen genomen worden zoals vluchten, verbergen of vechten. Als de gevreesde reacties (CR) uitblijven kan de *medial prefrontal cortex* voor vermindering of zelfs uitdoving van de reacties van de amygdala zorgen. Zo kan er een goede aanpassing ontstaan.

Gedurende angstige, traumatische leersituaties worden emotionele herinneringen in twee geheugensystemen vastgelegd. Onbewuste herinneringen worden via het amygdala-systeem in het procedurele geheugen vastgelegd terwijl bewuste herinneringen via de hippocampus en de daarmee verbonden corticale gebieden in het declaratieve geheugen worden opgeslagen. De onbewuste geheugenelementen zijn grover en minder gedetailleerd dan de bewuste maar ze zijn wel resistenter en worden minder snel vergeten. (Jacobs and Nadel 1985) De bewuste herinneringen van de traumatische gebeurtenissen zijn meer gedetailleerd en bevatten vaak ook beelden van de omstandigheden, die bij die gebeurtenissen passen en die op hun beurt weer de gebeurtenis kunnen oproepen.

Angstsyndromen kunnen voorkomen zonder dat er een herinnering aan een traumatische gebeurtenis bestaat. Door het verschil in uitvoer-karakteristieken van de twee systemen kan het voorkomen dat er wel een angstreactie ontstaat zonder dat dit bewust gemaakt kan worden omdat het declaratieve geheugendeel verdwenen is. De psychoanalyse probeert deze weer op te roepen maar dat is onmogelijk wanneer de toegang niet meer bestaat. Dat kan zich o.a. voordoen als er bij sterke stress cortisol in het spel is geweest.

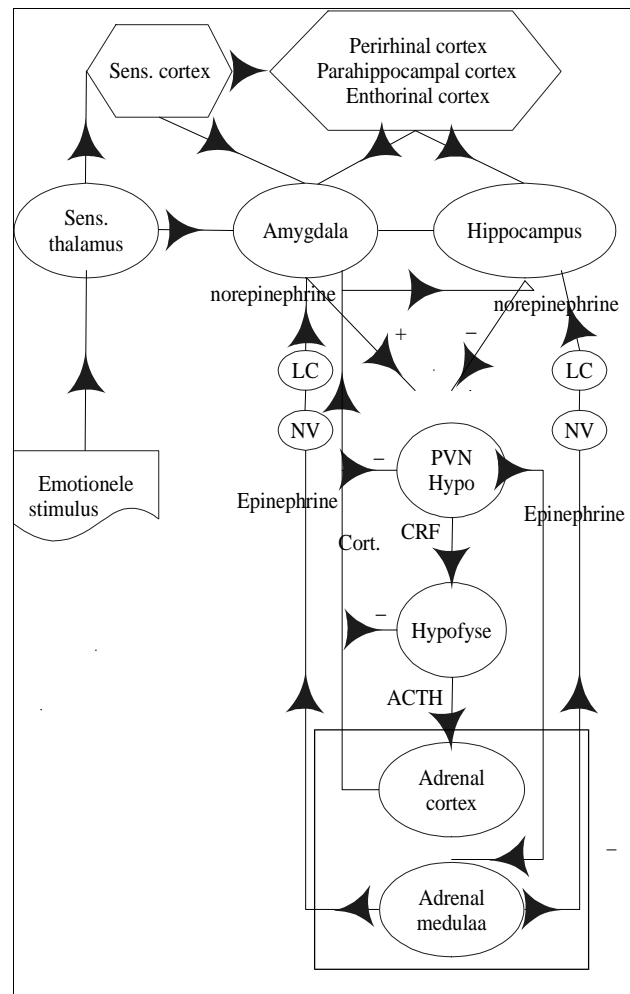
6. Stress en angst.

De dynamiek van het angststelsel dient voldoende stabiel te zijn om goed te kunnen functioneren. Hiermee wordt bedoeld dat als er een verstoring optreedt er een tegenkracht moet ontstaan die de oorspronkelijke evenwichtstoestand weer herstelt. We hebben gezien dat bij het optreden van een angstsignaal de amygdala het lichaam in verhoogde paraatheid brengt

door o.a. het zenden van signalen naar de hypothalamus, die op zijn beurt dit weer door geeft aan de hypofyse waarna deze z.g. stresshormonen in de bloedbaan brengt. Er dient ook een mechanisme te zijn dat dit weer opheft wanneer het gevaar geweken is. Dit komt tot stand doordat de cortex met behulp van de zintuigen de situatie bewust inschat en wanneer het gevaar geweken is via de prefrontal lobe de amygdala weer tot rust brengt. Maar er is nog een weg. De stresshormonen koppelen ook terug naar de amygdala en de hippocampus. (zie: Fig. 4: stress en hormonen)

Laten we het proces nog eens in detail volgen.

Een emotionele stimulans bereikt de sensorische nucleï van de thalamus. Daar splitst het signaal in twee richtingen. Één gaat naar de amygdala, de ander naar de sensorische delen van de cortex. De amygdala zendt het signaal o.a. door naar de paraventricular nucleus (PVN) van de hypothalamus. Deze stuurt de neurotransmitter “corticotrophin releasing factor” (CTF) naar de hypofyse. Die scheidt op haar beurt “adreno-cortico-tropic hormoon” (ACTH) af in de bloedbaan. Dit bereikt de *adrenal cortex* van de bijnierschors alwaar adrenalsteroiden (cortisol) worden afgescheiden, die een belangrijke rol spelen om het lichaam tot actie te mobiliseren door o.a. het sympathische deel van het autonome zenuwstelsel te activeren. (glucose, bloeddruk, hartslag etc.) Cortisol beïnvloedt de activiteit van de hypothalamus en hypofyse negatief waardoor de afscheiding van ACTH afneemt en het evenwicht weer hersteld wordt. Verder werkt cortisol direct op receptoren in de hersenen. Er is zowel in de hippocampus als in de amygdala en het septum een hoge concentratie van receptoren gevonden. De hippocampus zendt nu remmende signalen uit naar de hypothalamus, terwijl de amygdala door blijft gaan met stimuleren waardoor er een evenwichtssituatie ontstaat die past bij de stimulus. Bij te sterke stress begint de hippocampus echter te haperen. Daar de amygdala gewoon doorgaat is het resultaat een sterkere cortisolaf-scheiding en dus een grotere stress. Teveel cortisol gedurende langere tijd is schadelijk. (Thomson 1985) Het hippocampuscircuit lijdt daar duidelijk meer onder dan het amygda-



Figuur 4: Stress en hormonen.

lacircuit. (Diamond and Rose 1994) stellen dat bij ratten sterke stress tussenbeide kan komen bij het vormen van ruimtelijke herinneringen. Indien de *adrenal cortex* van de bijniere wordt verwijderd treedt het effect niet op. Bruce McEwen heeft aangetoond dat ernstige stress kan resulteren in het krimpen van de neurondendrieten in de hippocampus en dat daardoor de communicatie tussen neuronen kan verslechteren. (McEwen 1992) Als de stress niet te lang duurt kan het zich nog herstellen, maar bij blijvende stress vinden niet omkeerbare veranderingen plaats. Het declaratief geheugen van de gebeurtenis kan zelfs geheel gewist worden. (Sapolsky 1990) Het is dan nooit meer in het declaratief geheugen terug te brengen. In tegenstelling tot het verzwakken van het hippocampus-circuit wordt het amygdala-circuit juist versterkt (Corodimas, LeDoux et al. 1994). De evolutie heeft kennelijk gekozen voor de zekerheid dat het lichaam gemobiliseerd is boven het bewust zijn van de situatie. Het gevolg is wel dat typische angsten door de CR's kunnen worden opgeroepen zonder dat de aanleiding ervan bewust teruggeroepen kan worden. Ook kan stress andere verzwakte reacties weer versterken. Zo kan het overlijden van de partner een oude slangenfobie weer terugbrengen. De stress houdt dan geen verband met de klacht die zich ontwikkelt maar verlaagt de drempelwaarde van andere angsttrauma's.

Daarnaast stimuleert de hypothalamus (via zenuwbanen van het autonome zenuwstelsel) de *adrenal medulla* van de bijnierschors, die op zijn beurt epinephrine afscheidt. Als ratten vlak nadat hen iets geleerd is epinephrine (adrenaline) wordt toegediend onthouden zij het geleerde beter (McGaugh, Cahill et al. 1995). Epinephrine heeft een stimulerende invloed op het sympatische zenuwstelsel maar het kan in verband met de bloedbarrière niet in de hersenen doordringen. Echter via de nervus vagus (NV), die eindigt in de "*nucleus of the solitary tract*" (NTS) in de medulla in de hersenen wordt de "locus coeruleus" (LC) bereikt die norepinephrine (NE) aanmaakt en doorstuurt naar o.a. de amygdala en hippocampus (McGaugh, Cahill et al. 1995). Norepinephrine heeft een geheugen versterkend effect op beide circuits. Bij lichte stress verbetert daardoor het geheugen. Gold (Gold 1992) gelooft echter dat dit komt doordat epinephrine glucose in het bloed brengt en dat door deze extra voeding de hersenen beter functioneren. Niet alle aspecten van een gebeurtenis worden echter even goed onthouden, sommige worden meer versterkt dan andere. Wat de aandacht had gedurende de gebeurtenis wordt het best onthouden. (Christianson 1992) Wanneer slechts fragmenten onthouden worden is de kans groot dat later de ontbrekende delen 'ingevuld' worden. Zelfs als het geheugen goed is gevormd kan het betrekkelijk gemakkelijk vervormd worden door ervaringen in de tijd tussen de vorming en het zich weer herinneren. (Loftus and Hoffman 1989) (zie ook hoofdstuk 6: Leren en geheugen.) Het weer bewust maken van de gebeurtenissen die tot een angsttrauma hebben geleid is daarom een heikele zaak waarvan het succes zeker niet vaststaat.

Er zijn dus drie systemen ontstaan om het lichaam te activeren en de ervaring vast te leggen. Allereerst het standaardsysteem via hormonen van de hypothalamus, de hypofyse en de bijnierschors met de terugkoppeling via cortisol, vervolgens door het balanceren van de

sturing door de hippocampus en de amygdala en ten slotte door het versterken van het declaratief geheugen dat overigens door teveel cortisol wordt verzwakt. Het direct reageren op gevaar met stress heeft nu eenmaal prioriteit boven het vastleggen van de situatie voor later. Het is per slot van rekening van direct levensbelang het nu te laten prevaleren boven later.

7. Bewustzijn en angst.

(Kosslyn and Koenig 1992) stellen dat we ons slechts bewust kunnen zijn van datgene wat zich in het werkgeheugen bevindt. Het werkgeheugen moeten wij ons voorstellen als een processor die instructies uitvoert die door programma's worden aangeleverd, op informatie die uit geheugenbuffers afkomstig is. Wij zijn ons slechts bewust van de inhoud van die buffers voorzover die in het werkgeheugen aanwezig is evenals van de instructies die op dat moment uitgevoerd worden. Waar komt dan het gevoel van angst vandaan? Er zijn drie bronnen.

Allereerst is er een gevoel van alertheid dat ontstaat doordat de amygdala de cortex op scherp stelt met behulp van vier neurotransmitters die via de hersenstam worden geactiveerd. (LeDoux 1995) Het zijn dopamine, norepinephrine, serotonine en acetylcholine. Deze neurotransmitters hebben in de cortex een algemene functie. Zij werken niet op specifieke neuronen in om signalen door te geven of af te remmen, maar worden tussen de neuronen, in bepaalde gebieden, afgescheiden en verscherpen de activiteiten ervan. Acetylcholine kan ook in de *prefrontal cortex* worden afgescheiden door de nucleus basalis. Daar zijn verbindingen van de amygdala naar de nucleus basalis voor aanwezig. Wanneer de amygdala of de nucleus basalis wordt gestimuleerd wekt dat kunstmatig een scherpstelling van de (*prefrontal*) cortex op. (Gazzaniga 1995) Signalen die een specifieke bestemming hebben binnen het scherpgestelde gebied komen op die bestemming beter door.

Normaal zullen alle nieuwe stimuli scherpstelling oproepen maar deze is slechts van korte duur. Bij angst blijft de scherpstelling langer bestaan doordat de amygdala stimuli blijft uitzenden. Er is een terugkoppelingsmechaniek aanwezig daar in de amygdala receptoren voor de scherpstel-neurotransmitters aanwezig zijn waardoor de amygdala weer nieuwe stimuli uitstuurt. Dit blijft doorgaan totdat er een andere stimulus binnenkomt, die voldoende belangrijk is om het proces over te nemen.

Scherpstellingsprikkels melden slechts dat er iets belangrijks plaatsvindt. De combinatie van niet-specifieke scherpstelling en specifieke informatie van de amygdala naar de cortex zorgt voor een werkgeheugen dat bewust meldt dat er gevaar is. Deze inhoud valt samen met informatie van gespecialiseerde kortetermijnbuffers (bijv. voor beeld of geluid) en inhouden van langetermijngeheugens (bijv. van vroegere analoge ervaringen). Beslissingsprocessen, gestuurd door instructieprogramma's, worden actief en houden zich bezig met de gevaar signalerende situatie om er een oplossing voor te vinden terwijl de amygdala zolang de cortex op spanning houdt. Alle andere stimuli worden tijdelijk in de wachtkamer gezet. Dit is een be-

langrijk ingrediënt van de beleving van angst. Een tweede ingang ontstaat doordat de amygdala automatisch een aantal processen in gang heeft gezet zoals verstijven, verhoogde hartslag, cortisolafscheiding etc. die door de cortex worden waargenomen. Dit kost echter enige tijd. Het blijkt dat verschillende emoties, zoals woede, walging, verdriet, vreugde, etc. tot op zekere hoogte kunnen worden onderscheiden op basis van uiteenlopende lichamelijke reacties van het autonome zenuwstelsel (Levenson 1992).

(Damasio 1994) heeft in een recente theorie “*the somatic marker*” voorgesteld die het hele patroon van lichamelijke reacties omvat (zowel van het autonome als het gewone zenuwstelsel). Damasio betoogt dat deze informatie de basis vormt voor z.g “gut feelings” en een belangrijke rol speelt bij onze ervaringen en beslissingen.

Ten slotte is er het ondefinieerbare gevoel, wat sommigen de echte emotie noemen. Zoals al eerder is aangegeven komt dit exclusieve gevoel geheel op rekening van de onvertaalbaarheid van de in het emotionele circuit gebruikte symbolen naar het domein van de taal. Het is kortom echt niet onder woorden te brengen. In essentie is het een non-verbaal bericht.

Tezamen vormen deze drie ingangen de emotie die we angst noemen. Behalve door onze lichaamstaal is het nooit adequaat onder woorden te brengen. Het is alleen maar te beschrijven en we moeten maar hopen dat de ander voldoende op ons lijkt om onze eigen gevoelens te kunnen generaliseren. Dat zal trouwens niet eens zo ver naast de waarheid blijken te liggen, zij het dat een en ander nooit echt geverifieerd kan worden.

8. Een definitie van emoties.

Laten we de stappen nog eens nagaan die een bewuste angstige ervaring oproepen. Allereerst is er een gespecialiseerd angstsysteem dat zintuiglijke informatie krijgt op basis waarvan het beslist dat er een reactie nodig is. Deze reactie veroorzaakt o.a een hormonale output die een onwillekeurige lichamelijke respons tot gevolg heeft, die opgemerkt wordt door het bewustzijn. Daarnaast wordt de cortex voor langere tijd scherpgesteld en worden de zintuiglijke buffers met de betrokken informatie gevuld. Ook het relevante deel van het lange termijngeheugen wordt geactiveerd en tezamen met de inhoud van de buffers naar het werkgeheugen gebracht. Wanneer dat alles gebeurt ontstaat een bewust angstige ervaring. De oorzaak ervan lijkt datgene wat in het werkgeheugen is opgeslagen, maar hoeft niet noodzakelijkerwijs de echte oorzaak te zijn. Deze kan volledig onbewust blijven. De neiging om onze emoties maatschappelijk acceptabel te maken kan zelfs leiden tot ontkenning ervan! Dit fenomeen is verder besproken in hoofdstuk 5: Verstand en 10: Sociale inbedding en Cultuur.

Het angstsysteem is een autonoom werkend systeem dat tijdens een lange evolutionaire ontwikkeling is uitgegroeid tot wat het is. Het bestond al voordat taal tot ontwikkeling kwam en gebruikt dan ook non-verbale communicatiemethoden om duidelijk te maken wanneer het de stuurvoorrang overneemt. Onze wil heeft daarop geen invloed, het geschiedt onwillekeurig.

Intern signaleert het zijn aanwezigheid door een specifiek angstgevoel en extern door een ge-laatsexpressie en eventueel een noodkreet. Het gevoel van angst is dan ook moeilijk in woor-den te beschrijven omdat het niet los gemaakt kan worden van de vele niet altijd bewust waar-genomen lichamelijke veranderingen die gelijktijdig plaatsvinden. Op een bepaald moment kunnen we ons nl. maar van een ding tegelijk bewust zijn. Als we angst als een specifieke emotie opvatten zouden we tot de volgende definitie kunnen komen.

Emoties zijn autonome erfelijke systemen, die, buiten de wil van het individu om, door specifieke prikkels geactiveerd worden en vervolgens de stuurcontrole van het individu overnemen om te trachten het doel van het systeem te verwerkelijken. Zij maken dit op non-verbale wijze op ondubbelzinnige manier kenbaar. Deze melding ervaren we als een emotie. Het zijn als het ware de universele woorden van het non-verbale communicatiesysteem.

Het is duidelijk dat we emoties eigenlijk plachten te definiëren op basis van wat we er van merkten in het bewuste werkgeheugen. Dat kan echter een grote verscheidenheid van oorzaken hebben. Wat in het werkgeheugen zit is vaak het eindproduct van veelal onbewuste processen die een totaal verschillende oorsprong kunnen hebben. Dat kan daardoor misleidend zijn daar dit evengoed betrekking kan hebben op de beleving van een hoogst individuele inter-actie zoals het zich herkennen van een gezicht of het zich herinneren van een gebeurtenis, als op de beleving van de werking van een onbewust universeel proces dat aangeboren is. Dus niet het gevoel dat we emotie noemen is daarvoor bepalend maar het antwoord op de vraag of het autonome systemen zijn die door veelal onbewust waargenomen stimuli in gang gezet worden, onze aandacht overnemen en ons gedrag duidelijk sturen. Het angstsysteem was daar een goed voorbeeld van. Emoties nemen bezit van ons. Het is moeilijk (maar niet onmogelijk) om dergelijke emoties te simuleren. Wel kunnen we een toestand creëren die wenselijke emoties oproept. (bijv. films, drank, etc.)

Bewust geworden emotionele gevoelens en bewuste gedachten lijken veel op elkaar. Zij beide zijn de symbolische representatie van sub symbolische systemen, die onbewust werken. Ze worden alleen door verschillende systemen opgewekt waarbij emotionele systemen duide-lijk meer subsystemen hebben dan bewuste gedachten. Emoties zorgen daarbij meer voor een activiteiten-vlaag dan bewuste gedachten. Zij mobiliseren en synchroniseren de activiteiten van de hersenen. Een ander belangrijk verschil is dat gevoelens in aanvang meestal non-verbaal zijn en gedachten praktisch altijd verbaal. Hierdoor ontstaat de neiging weer in de oude Griekse indeling van irrationeel en rationeel te vervallen. Dit miskent de belangrijkheid van de non-verbale taal. De non-verbale taal is evolutionair gezien de oudste. Zoals bij elk kind is de verbale taal gegroeid op de basis van de non-verbale. Zonder die steun kunnen geen betekenis-sen vorm krijgen. Emoties zijn de woorden van de non-verbale taal, die zich via expressies ook aan anderen kenbaar kan maken. Zijn alle gevoelens dan ook emoties? Zoals er verschil-lende talen bestaan met uiteenlopende woorden zo zullen gevoelens ook in verschillende

culturen uiteenlopen. Door hun verankering in autonome universele systemen zijn emoties echter “woorden” die in alle “talen” hetzelfde zijn. Dat onderscheidt ze o.a. van gevoelens.

9. *Andere emoties.*

Duidelijke kandidaten voor autonome (emotionele) systemen zijn de systemen voor honger, slaap, dorst, lust (seks), jaloezie, verdriet, vreugde, onderzoekingsdrift en walging, maar ook sociale reguleringssystemen zoals bescherming en verzorging, scheidingsangst, spel, schuld, schaamte, woede en sympathie. Er zijn twee belangrijke criteria waaraan ze moeten voldoen ze moeten nl. door hun evolutionaire achtergrond in principe bij alle mensen op dezelfde wijze aanwezig zijn en ze moeten door hun eigen prikkels, buiten de wil om, gestart worden.

Het feit dat deze emotionele systemen autonoom zijn brengt ook met zich mee dat ze hun eigen “ziektes” kennen. Verstoringen in de procedure zijn specifiek en kunnen slechts verholpen worden door opheffing van de verstoring. Daarvoor is een goede kennis nodig van de werking van de verschillende systemen. Het angststelsel begint zijn geheimen geleidelijk prijs te geven. Ook over slaap is de kennis de laatste jaren sterk gestegen. Honger lijkt bekend, maar is nog niet als systeem volledig in kaart gebracht. Anorexia en boulimia worden nog vaak als psychische stoornissen behandeld terwijl ze misschien eerder met ontsporingen van het hongersysteem te maken hebben. Het allerbelangrijkste is dat onderkend wordt dat deze systemen volwaardige, zelfstandige systemen zijn en geen houdingen of grillen van mensen die met de ratio of door opvoeding te sturen zijn. De opvattingen van Plato hebben hun tijd wel gehad. Het enige wat we kunnen doen als emoties zich via non-verbale signalen aangediend hebben is het procesdeel 2, waarin ook voor bewuste reacties plaats is, zo bij te sturen dat de maatschappelijke gevolgen ervan beheersbaar blijven. Dat zal echter niet altijd lukken.

Een systeem dat naast angst nader onderzocht is door (Calder, Lawrence et al. 2001) betreft walging. (Rozin and Fallon 1987) hebben voorgesteld dat walging geëvolueerd is uit het primitievere gevoel van tegenzin, maar het concept walging is in principe menselijk daar het zowel een lichamelijke als een geestelijke kant heeft. Mensen zullen een weerzin hebben om een jas van Hitler aan te trekken. Al de fMRI- metingen, die zijn genomen van mensen aan wie gezichtsuitdrukkingen van walging werden getoond, bleken activiteiten te tonen in twee gebieden, nl. de insula en de basal ganglia (vooral de putamen en pallidum) (Philips 1997). Uit waarnemingen van (Penfield and Faulk 1955) blijkt dat elektrische stimulering van de insula van patiënten bij volle bewustzijn gevoelens van misselijkheid, slechte smaak en maagsensaties veroorzaakte. Dit onderzoek toont aan dat hier een ander functiesysteem werkzaam is dan angst. Baanbrekend werk is verder gedaan door (Panksepp 1998). Hij betrok ook de hersenstam bij zijn onderzoek naar de verschillende betrokken hersengebieden bij de door hem onderzochte (basis)functiesystemen. Het resulteerde in het volgende overzicht. (Zie 3: Overzicht van structuur en werking van (basis) functiesystemen volgens Panksepp)

Indien de door Panksepp geïdentificeerde netwerken bepalend zijn voor de aangegeven (emotionele) functiesystemen dan kunnen die als basis emoties te beschouwen. Ze zijn een uitvloeisel van de evolutionaire ontwikkeling van de hersenen en dus onafhankelijk van culturele invloeden.

1. *Non-Specific Motivational Arousal; Seeking and Exploratory Behavior*: dit gedrag komt voort uit het kernbewustzijn dat in hoofdstuk 5: Bewustzijn is weergegeven. Het vormt de basis voor de in hoofdstuk 2: Evolutie beschreven basiseigenschap “ontvankelijkheid” uit de lijst van vijf onafhankelijke gedragsdimensies.

2. *Rage/ Anger- (“affective attack”)*: het is een reactie die te maken heeft met “sociale houding”, ook een basiseigenschap uit de lijst van vijf onafhankelijke gedragsdimensies. De hersenstam blijkt ook hier o.a via PAG (periaqueductal gray) een rol te spelen.

3. *Fear*: Dit is het eerder beschreven functiesysteem voor angst. Neurotisme, als basiseigenschap uit de lijst van vijf onafhankelijke gedragsdimensies, houdt verband met de gevoeligheid voor angst (naast *Separation Distress*, zie verderop).

4. *Sexuality*: Lust; ook bij lust blijkt een hersen netwerk actief te zijn. Hoewel hormonen een belangrijke rol spelen worden ze door de hersenen gestuurd. Het is een echt functiesysteem.

5. *Nurturance/ maternal care*: koesterende en moederlijke zorg is een door de evolutie bepaalde trek die niet alleen bij mensen maar ook bij andere zoogdieren voorkomt. Het houdt agressie tegenover verwanten in toom of richt die op derden. Het is de tegenpool van *Anger*

6. *Separation Distress/ Social Bonding*: scheidingsangst en sociale hechting behoren tot een ander functiesysteem dan moederlijke zorg. Waarschijnlijk is het ouder. Het is het lijfsbehoud van onvolwassen dieren. Het heeft invloed op de mate van neuroticisme die op kan treden.

7. *Play/Joy/ Social Affection*: ook deze trekken horen bij zich ontwikkelende, op andere aangewezen, dieren (en mensen). Het is een functiesysteem dat mede een sociale rol speelt.

Hierboven zijn alleen die functiesystemen genoemd waarvan een fysieke tegenhanger in de vorm van een netwerk in de hersenen bekend is. Dat werd als criterium genomen voor het universeel voorkomen ervan. Er zullen echter nog veel meer functiesystemen bestaan waarvoor op dit moment nog geen fysieke plaats bekend is. Verderop zullen we andere specifiek relationele functiesystemen noemen waar nog uitsluitel over verkregen moet worden. Tot die tijd blijft de opsomming incompleet en speculatief. Maar nu zullen we eerst de aandacht richten op het verschijnsel stemmingen.

Distributed Midbrain-Diencephalic-Basal Forebrain Chemoarchitectures for Prototype Emotions (Extracted from Panksepp, 1998)

Affective Behavior	Structures/Neural Networks	Neuromodulators
Non-Specific Motivational Arousal - Seeking and Exploratory Behavior	Ventral Tegmental Area (VTA) to more dorsolateral hypothalamic to PAG, with diffuse mesolimbic and mesocortical 'extensions:' nucleus accumbens as crucial basal ganglia processor for emotional 'habit' systems	DA (+), glutamate (+), many neuropeptides including opioids, neurotensin, CCK
Rage/Anger - ('Affective Attack')	medial amygdala to bed nucleus of stria terminalis (BNST) to anterior and ventromedial and perifornical hypothalamic to more dorsal PAG	Substance P (+) (? ACh, glutamate (+) as nonspecific modulators?)
Fear	central & lateral amygdala to medial and anterior hypothalamic to more dorsal PAG to nucleus reticularis pontine caudalis	Glutamate (+), neuropeptides including 13131, CRF, CCK, alpha MSH, NPY
Sexuality	RNST and corticomedial amygdala to preoptic and ventromedial hypothalamus to ventral PAG	Steroids (+), vasopressin and oxytocin
Nurturance/ maternal care	Anterior cingulate to bed nucleus of stria terminalis (BNST) to preoptic hypothalamic to VTA to ventral PAG	Oxytocin (+), prolactin dopamine, opioids,
Separation Distress/ Social Bonding	anterior cingulate/ anterior thalamus to BNST/ventral septum to midline & dorsomedial thalamus to dorsal preoptic hypothalamic to dorsal PAG (close to circuits for physicalpain)	Opioids (-/+ oxytocin prolactin (-/+ CRF (+) for separation distress
Play/Joy/ Social Affection	Parafascicular/centroMedian thalamus, dorsomedial thalamus, posterior thalamus, to ventral PAG (septum inhibitory re: play)	Opioids (+ in small amounts, - in larger amounts), muscarine (+), nicotine
? Social Dominance	Not clear if separate from activation of play systems and inhibition of fear systems?	

Table 1

Note. This omits biogenic amines, which are much more non-specific, and the higher cortical areas in mostly temporal and frontal regions deeply involved in the further elaborations of emotional processing and emotional meaning, particularly in animals with considerable cortical evolution.

Keys

[(-) inhibits prototype, (+) activates prototype] [CCK = cholecystokinin, CRF = corticotrophin releasing factor, ACTH = adrenocorticotrophic hormone, DBI = diazepam binding inhibitor, ACh acetylcholine, DA = dopamine, MSH = melanocyte stimulating hormone, NPY = neuropeptide Y]

5: Overzicht structuur en werking van (basis) functiesystemen volgens Panksepp.

10. Stemmingen.

Niet altijd zullen de programma's die door de verschillende emoties worden opgeroepen ongestoord kunnen verlopen. Ze kunnen worden onderbroken door andere voorvallen of midden in het proces blijven steken omdat de uitvoering hapert, zoals bij angst als de oorzaak niet bewust gemaakt kan worden omdat het declaratieve geheugen ervan verdwenen is. Zo ontstaan er een aantal stemmingen, emoties die vaak in intentionele structuren blijven steken. Mensen kunnen hongerig zijn, angstig of slaperig. Het non-verbale signaal blijft zeuren en de aandacht vragen. Bij sommige emoties, vooral die betrekking hebben op de sociale reguleringsystemen, is dat sterker het geval omdat de afloop daarvan mede door andere bepaald wordt. Jaloezie, de waarneming dat iemand anders (mogelijk dan wel feitelijk) een genoeg beleeft aan iets waar men zelf recht op meent te hebben, wekt niet alleen de actietendens op van haat of die van hulpeloos verdriet maar leidt ook tot aandrang dat genoeg te verstoren. De daden blijven echter meestal beperkt tot piekeren, de intenties leiden meestal slechts tot onrust aan hun drang te zijn overgeleverd. Schuldgevoel is ook een veel voorkomend verschijnsel. Het houdt het terugschrikken voor de confrontatie met de feiten en met anderen in maar tevens het besef dat dit toch zal moeten gebeuren. Het is het besef dat men geen aanspraak kan maken op het zijn wat men zou willen zijn. Daarnaast kan nog de schaamte genoemd worden, het gevoel dat men onherstelbare schade heeft berokkend aan het beeld dat men van zichzelf aan de wereld wil presenteren. Ook verliefdheid kan gezien worden als een vorm van onderbroken emotie, nl. lust. Het is haast onmogelijk om de gedachten aan en het verlangen naar de geliefde uit het hoofd te zetten. Het wordt een verslaving. Daar het vooral de sociale reguleringsystemen zijn die voor stagnatie gevoelig zijn, is dan ook veelal een sociale ingreep nodig om het proces te beëindigen. Hier kunnen echter veel zaken mislopen en problemen veroorzaken. Psychiaters kunnen daar veel over vertellen.

11. Emoties en geheugen.

In onze definitie van emotie spelen specifieke prikkels een hoofdrol. Zij starten de emotie. Waar komen ze vandaan en hoe ontstaan ze? Waar komen de startprikkel van onze functiesystemen vandaan? Zijn ze allemaal verschillend of komen ze uit een bron?

Voor een deel zijn ze aangeboren. Bij slaap komen ze voort uit de signalen van een "klok" in de hypothalamus die met een periode van 24 uur aangeeft wanneer slaap gewenst is (zie hoofdstuk 4: Waken en Slapen). Ook honger en dorst worden o.a. gesignaleerd door autonome impulsen op basis van de behoeften van het lichaam. Deze prikkels kunnen weliswaar door de wil worden genegeerd maar daarmee verdwijnen of veranderen ze niet. Daarnaast zijn er aangeleerde impulsen die een emotie kunnen starten. Deze zijn per persoon meer of minder specifiek. Bepaalde etensgeuren kunnen onze eetlust opwekken, andere signalen kunnen ons angstig maken etc. Bij bespreking van het angststelsel is gebleken dat daarvoor ook een apart geheugen aanwezig is dat zijn eigen spelregels kent. Ook geursignalen, die honger of

walging kunnen oproepen, blijken herkend te worden door een geheugen dat deels aangeboren is deels door conditionering is ontstaan. Hetzelfde geldt voor lustprikkelers. Over het algemeen blijken die geheugens net als het geheugen voor angst moeilijk te beïnvloeden. Ze kunnen vaak slechts door conditionering uitgebreid of aangepast worden. Ze vormen een deel van het autonome systeem. Het is dan ook moeilijk om toegang te krijgen tot die geheugens en er bijv. aanpassingen of veranderingen in aan te brengen. Slechts langs dezelfde weg waarop het er in gekomen is zou het eventueel aangepast kunnen worden. Straf, in wat voor vorm ook, kan een remmende CS leveren voor het ontstaan van emoties, maar dan moet wel worden voldaan aan de regels van klassiek conditioneren waarbij de CS gelijktijdig of overlappend met de US wordt gegeven. Iets waar vaak tegen gezondigd wordt doordat de straf pas veel later wordt toegediend en dan als CS geen waarde meer heeft. Operant conditioneren heeft meer kans van slagen maar werkt alleen op procesdeel 2, nadat de emotie zich al heeft aangekondigd. Ze kan deze dan ook niet meer teniet doen, op zijn hoogst aanpassen.

We hebben een beschrijving gegeven hoe het angstsysteem in de hersenen functioneert. Er is duidelijk een procesdeel 1 te onderscheiden met zijn eigen geheugen in de amygdala en de reacties zoals bevriezing, hoge bloeddruk, schrikreflex en stresshormonen. Het procesdeel 2 heeft een bewuste component die de wijze van vluchten, verbergen, eventueel vechten of onderwerpen tot stand brengt, echter in nauwe samenwerking met een onbewust deel dat deze basisreacties uitkiest. Het non-verbale signaal, het angstgevoel, is er het startsignaal voor.

12. Relationale functiesystemen.

Hoeveel systemen zijn er eigenlijk te onderscheiden die naast het angstsysteem werkzaam zijn? We hebben al het hongersysteem genoemd, evenals het slaapsysteem, het lustsysteem etc. Er zijn echter nog meer systemen die meestal onbewust werken en daardoor minder opvallen. Het evenwichtssysteem is daar een goed voorbeeld van. Zeeziekte als non-verbale signaal is algemeen bekend maar dat het met het evenwicht te maken heeft minder.

(Frijda 1988) geeft een tabel. (zie: 6: Overzichtstabel goed bekende non-verbale signalen). Wat hij actietendens noemt komt overeen met systeemdeel 2. De emoties zijn de non-verbale signalen van de functies die uitgeoefend worden. Deze tabel noemt vooral die functies die een relationele betekenis hebben. Functies die voor de interne huishouding nodig zijn zoals honger en slaap en jeuk staan er niet in. Het is dus zeker geen compleet overzicht van onze non-verbale woordenschat. Ook is niet duidelijk of het allemaal onafhankelijke functies zijn die er mee aangeduid worden. Lust, toch zeker een relationele activatievorm, geeft vaak aanleiding tot verlangen en/of opwindning. Vormt de startstimulus van lust ook de (indirecte) startstimulus voor verlangen en/of opwindning of is er een evolutionaire ontwikkeling geweest die een eigen geheugen voor startstimuli voor verlangen etc. heeft gecreëerd? In dat laatste geval zou er sprake kunnen zijn van een onafhankelijke emotie. In hoeverre dat het geval is

blijft op dit moment nog onduidelijk.

De Grieken hadden gelijk toen zij een onderscheid maakten tussen emoties en betekenis, maar ze hadden ongelijk toen ze de één een groter belang toekenden dan de ander. De functiesystemen zijn ontegenzeggelijk evolutionair oude systemen. De zoogdieren, en in primitievere vorm ook de andere gewervelde dieren, baseren hun gedrag erop. Dat is ook voor ons duidelijk waarneembaar. Hoe het met het structureren gesteld is blijft vooralsnog

onduidelijk. Van ratten en andere zoogdieren is bekend dat ze een goede ruimtelijke oriëntatie hebben. Dat is een vorm van structureren. Er zijn onvoldoende aanwijzingen gevonden dat ze ook een structurering in de tijd kennen. Chimpansees geven wel blijk van een dergelijk besef. (Waal 1996) Kant gaf al aan dat ruimte en tijd voor het structureren door de mens onontbeerlijk zijn. Is structureren in de ruimte een oudere ontwikkeling dan structureren in de tijd? Er zijn in ieder geval wel mensen waarbij de ruimtelijke structurering prevaleert boven de tijds-structurering. Ze leven in het hier en nu. Ze laten zich gemakkelijker leiden door hun functiesystemen. Bij anderen is dat juist niet zo. Zelfs hun functiesystemen trachten ze te structureren. Is deze ontwikkeling jonger? Het feit dat er nog zulke verschillen bestaan wijst er in ieder geval op dat deze ontwikkeling nog lang niet is uitgewerkt. Dan zouden de verschillen door de evolutie zijn gladgestreken. (Emotionele) relevantie en betekenis horen bij elkaar. De een kan niet zonder de ander maar ze zitten elkaar ook wel eens in de weg.

(Emotionele) relevantie en betekenis horen bij elkaar. De betekenis hebben we nodig om te kunnen structureren en de (emotionele) relevantie wijst ons de weg hoe er op te reageren.

Relationele actietendens, activatievormen en inhibitie

Actietendens	Eindtoestand	Functie	Emotie
1 Toenadering	Toegang	Schept doelsactiviteit-veroorlopende situatie	Verlangen
2 Vermijding	Ontoegankelijkheid	Bescherming	Vrees
3 Nabijheid	Contact, interactie	Veroorlooft doelsvertrouwen	Genoegen,
4 Aandacht (openen)	Identificatie	Oriëntatie	Belangstelling
5 Verwerping (sluiten)	Verwijdering van object	Bescherming	Walging
6 Geen aandacht	Geen informatie of contact	Selectie	Onverschilligheid
7 Agonistisch	Verwijdering van hinder	Herstel van controle	Woede
8 Onderbreking	Heroriëntatie	Heroriëntatie	Schrik, verbazing
9 Overheersing	Behoud van controle	Algemene controle	Hooghartigheid
10 Onderworpenheid	Afleiding van druk	Secundaire controle	Nederigheid, berusting
11 Deactivatie		(Herstel?)	Smart
12 Gebonden activatie	Eindtoestand van actietendens	Doel bereiken	Inspanning
13 Opwinding	-	Bereidheid	Opwinding
14 Vrije activatie	-	Algemene bereidheid	Vreugde
15 Inactiviteit	-	Herstel	Tevredenheid
16 Inhibitie	Ontbreken van respons	Omzichtigheid	Angst
17 Overgave	Activatie-afname?	Activatie-afname of sociale cohesie?	(Lachen, huilen)

6: Overzichtstabel goed bekende non-verbale signalen. (emoties)

Het hoofdstuk heet “De emoties de baas”. Dat is een dubbelzinnige uitspraak, maar het geeft goed aan dat er een ambivalentie bestaat over de waarde van emoties. Afhankelijk van de situatie neigen we hetzij naar het Platonische standpunt dat van ons verlangt dat we de baas zijn van onze emoties hetzij naar het besef dat onze emoties ons sturen en de essentie van ons bestaan zijn. Het is echter de wisselwerking tussen (emotionele) relevantie en betekenis die noodzakelijk is. Zonder structurering wordt men gauw psychotisch terwijl zonder emoties psychopatie op de loer ligt.

Bechara, A., D. Tranel, et al. (1995). "Double Dissociation of Conditioning and Declarative Knowledge Relative To the Amygdala and Hippocampus in Humans." Science **269**(5227): 1115-1118.

Calder, A. J., A. D. Lawrence, et al. (2001). "Neuropsychology of fear and loathing." Nature Reviews: Neuroscience **2**: 352 - 363.

Cannon, W. B. (1929). Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage. New York, Appleton.

Christianson, S. A., Ed. (1992). Remembering emotional events: Potential mechanisms. Handbook of emotion and memory: Research and theory. Hillsdale NJ:, Erlbaum.

Corodimas, K. P., J. E. LeDoux, et al. (1994). "Corticosterone potentiation of learned fear." Annals of the New York Academy of Sciences. **746**: 392-393.

Damasio, A. (1994). Descartes's error: Emotion, reason and the human brain. New York.

Diamond, D. M. and G. M. Rose (1994). "Stress impairs LTP and hippocampal-dependent memory." Annals of the New York Academy of Sciences. **746**: 411-414.

Ekman, P. (1992). "An argument for basic emotions." Cognition and Emotion. **6**: 169 --200.

Ekman, P. and W. V. Friesen (1975). Unmasking the face., Prentice-Hall.

Frijda, N. H. (1988). De Emoties. Amsterdam, Bert Bakker.

Gazzaniga, M. S., Ed. (1995). The cognitive neurosciences. Retuning the brain by fear conditioning. Cambridge, Mass. MIT Press.

Gold, P. E., Ed. (1992). Modulation of memoryprocessing; enhancement of memory in rodents and humans. Neuropsychology of Memory. New York, Guilford.

Herrick, C. J. (1933). "The Functions of the Olfactory Parts of the Cerebral Cortex." Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. **19**: 7 -14.

Jacobs, W. J. and L. Nadel (1985). "Stress-induced recovery of fears and phobias." Psychological Review **92**: 512 -531.

Kapp, B. S., J. P. Pascoe, et al., Eds. (1984). The amygdala: A neuroanatomical systems approach to its contributions to aversive conditioning. Neuropsychology of memory. New York, Guilford.

Klüver, H. and P. C. Bucy (1937). "'Psychic Blindness" and other symptoms following bilateral temporal Lobectomy in Rhesus Monkeys." American Journal of Physiology **119**: 352-353.

Klüver, H. and P. C. Bucy (1939). "Preliminary analysis of Functions of the temporal Lobe in Monkeys." Archives of Neurology and Psychiatry. **42**: 979-1000.

Kosslyn, S. M. and O. Koenig (1992). Wet mind: The new cognitive neuroscience. New York, MacMillan.

Kotter, R. and N. Meyer (1992). "The limbic system: a review of its empirical foundation." Behavioural Brain Research **52**: 105-127.

LeDoux, J. (1996). The Emotional Brain., Simon and Schuster.

LeDoux, J. E. (1993). "Emotional memory systems in the brain." Behavioural Brain Research **58**: 69 - 79.

- LeDoux, J. E. (1995). "Emotion: Clues from the brain." Annual Review of Psychology **46**: 209-235.
- Levenson, R. W. (1992). "Autonomic nervous system differences among emotions." Psychological Science **3**: 23 -27.
- Loftus, E. F. and H. G. Hoffman (1989). "Misinformation and memory; The creation of new memory." Journal of Experimental Psychology General **118**: 100- 104.
- MacLean, P. D. (1949). "Psychosomatic disease and the "visceral brain": recent developments bearing on the Papez theory of emotions." Psychosomatic Medicine **11**: 338-353.
- McEwen, B. S. (1992). "Paradoxical effects of adrenal steroids on the brain." Biological Psychiatry **31**: 177-199.
- McGaugh, J. L., L. Cahill, et al. (1995). Involvement of the amygdala in the regulation of memory storage. Plasticity in the central nervous system. J. L. McGaugh, F. Bermudez-Ratoni and R. A. Prado-Alcala. Hillsdale NJ, Erlbaum.
- Nauta, W. J. H. and H. J. Karten, Eds. (1970). A general profile of the vertebrate brain, with sidelights on the ancestry of cerebral cortex. The Neuroscience: Second study program, Rockefeller University Press.
- Northcutt, R. G. and J. H. Kaas (1995). "The emergence and evolution of mammalian neocortex." Trends in Neuroscience **18**: 373-379.
- Ortony, A. and T. J. Turner (1990). "What's basic about basic emotions?" Psychological Review **97**: 315-331.
- Panksepp, J. (1998). Affective Neuroscience. New York, OUP.
- Papez, J. W. (1937). "A Proposed Mechanism of Emotion." Archives of Neurology and Psychiatry **79**: 217 - 24.
- Penfield, W. and M. E. Faulk (1955). "The insula: further observations of its function." Brain **78**: 445 - 470.
- Philips, M. L. e. a. (1997). "A specific neural substrate for perceiving facial expressions of disgust." Nature **389**: 495 -498.
- Functional MRI study showing different neural correlates to facial expressions of fear and disgust.
- Rozin, P. and A. E. Fallon (1987). "A perspective on disgust." Psychol. Rev. **94**: 23 - 41.
- Review of studies addressing several aspects of the emotion disgust, including contamination, the phylogeny and the ontogeny of disgust, and the function of this emotion in human society.
- Sapolsky, R. M. (1990). "Stress in the wild." Scientific American **262**: 116 -123.
- Thomson, R. F. (1985). The Brain, an introduction to neuroscience., W. H. Freeman and Company.
- Tomkins, S. S. (1962). Affect, imagery, consciousness. New York, Springer.

Tooby, J. and L. Cosmides (1990). "The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments." Ethological Sociobiology **11**: 375 -424.

Waal, F. d. (1996). Good Natured, the origins of right and wrong in humans and other animals. Cambridge, Mas. U.S.A., Harvard University Press.