

Vrijwel iedereen is wel eens ontzettend verliefd geweest en weet dat verliefdheid samen gaat met lichamelijke reacties als trillerigheid, hartkloppingen, slapeloosheid, verminderde

eetlust en euforie. De biologie van liefde is echter pas sinds enkele jaren onderwerp van wetenschappelijk onderzoek. In dit

*Sandra J.E. Langeslag*

basis en evolutionaire functie. Als laatste zal worden besproken waarom deze drie componenten eerder motivaties dan emoties zijn.

## Wetenschap

### Liefde is een motivatie, geen emotie Een neurobiologische benadering

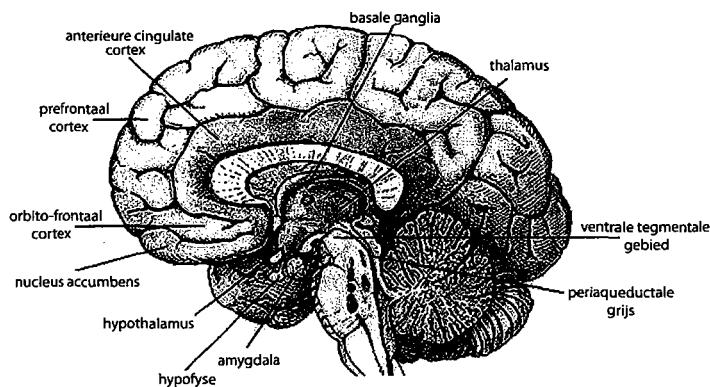
Het is al langer bekend dat lichamelijke reacties gekoppeld kunnen zijn aan emoties, maar er zijn verschillende theorieën over hoe dit precies in zijn werk zou gaan. Volgens James en Lange (in LeDoux, 1996) lokt de waarneming van een bepaalde stimulus lichamelijke reacties uit. De interpretatie van deze reacties bepaalt vervolgens welke emotie wordt ervaren. Volgens deze theorie lokt dus het opmerken van schommelingen van de hoge brug waarover je loopt, hartkloppingen uit. Deze hartkloppingen worden vervolgens geïnterpreteerd als angst. Cannon en Bard (zie LeDoux, 1996; Pines, 2003) daarentegen stellen dat een bepaalde stimulus zowel de lichamelijke reacties als de emotie uitlokt. Volgens deze theorie veroorzaakt het opmerken van schommelingen van de hoge brug dus zowel de hartkloppingen als de angst. Cannon en Bard gaan er bovendien van uit dat juist dat optreden van lichamelijke reacties het verschil maakt tussen emoties en cognities. Een derde theorie is die van Schachter en Singer (zie Kalat, 2001; Kandel, Schwartz & Jessell, 2000). Volgens hen geven lichamelijke reacties alleen informatie over de intensiteit van een emotie. Vervolgens is er een cognitieve beoordeling nodig om te bepalen welke emotie ervaren wordt. Hier zorgt dus het opmerken van schommelingen van de hoge brug voor hartkloppingen. Als de cognitieve beoordeling vervolgens die hartkloppingen aan de hoge brug toeschrijft, ervaar je angst. Deze cognitieve beoordeling kan echter ook verkeerd gaan. Hiervan zal later in dit artikel een voorbeeld volgen.

Aangezien liefde ook samengaat met lichamelijke reacties, rijst de vraag of liefde een emotie is. Om deze vraag te beantwoorden zullen eerst enkele interessante resultaten van drie studies naar liefde besproken worden. In deze studies werden afbeeldingen gemaakt van de hersenen van proefpersonen. Dit soort studies wordt ook wel *neuroimaging* studies genoemd. Figuur 1 toont een doorsnede van de hersenen en aanduidingen van de meeste hersengebieden die in dit artikel ter sprake komen. Vervolgens zal het idee worden geëvalueerd dat liefde een (basis)emotie is. Daarna wordt een theorie besproken die stelt dat liefde uit drie onafhankelijke componenten bestaat, met ieder een eigen (neuro)biologische

artikel wordt de (neuro)biologie van liefde besproken en vergeleken met die van emoties en motivaties.

#### Liefde als een (basis)emotie

In 2000 hebben Bartels en Zeki een neuroimagingstudie (meer specifiek: een functional-Magnetic-Resonance-Imagingstudie (fMRI)) uitgevoerd om te onderzoeken welke hersengebieden betrokken zijn bij liefde. De hersenen van proefpersonen werden gescand tijdens het bekijken van foto's van vrienden en van hun geliefde. Vervolgens werd bepaald welke hersenactiviteit specifiek was voor liefde, door de activiteit tijdens het kijken naar vrienden af te trekken van de activiteit tijdens het kijken naar de geliefde. Het resultaat daarvan werd vergeleken met activiteit die door emoties wordt veroorzaakt (zie bijvoorbeeld Phan et al., 2002). Het bleek dat sommige hersengebieden die bij verschillende emo-



**Figuur 1.** Sagittale doorsnede van de hersenen, met daarin aangegeven de gebieden die ge(de)activeerd waren in de besproken neuroimagingstudies. [De afbeelding geeft alleen de mediale gebieden van de orbito-frontaal cortex en de prefrontaal cortex weer, de laterale gebieden liggen aan de buitenkant van de hersenen.]

ties worden geactiveerd, ook geactiveerd worden bij liefde. Voorbeelden hiervan zijn de anterieure cingulate cortex, de insula en delen van de basale ganglia, hoewel emoties soms andere subgebieden leken te activeren dan liefde. Opvallend was dat een aantal hersengebieden dat met negatieve emoties wordt geassocieerd, tijdens het kijken naar de geliefden minder actief was dan tijdens het kijken naar vrienden. Met andere woorden: die hersengebieden werden gedeactiveerd door liefde. Een voorbeeld van zo'n hersengebied is de rechter prefrontale cortex, die betrokken lijkt te zijn bij negatieve emoties zoals verdriet en depressie (zie Andreassi, 2000). De amygdala, die wordt geassocieerd met angst (LeDoux, 1996; Phan et al., 2002), bleek ook gedeactiveerd tijdens het kijken naar de geliefde. In twee andere fMRI-studies naar liefde bleken dezelfde gebieden gedeactiveerd (Aron et al., 2005; Bartels & Zeki, 2004). Dit wijst erop dat liefde negatieve gevoelens vermindert. Waarschijnlijk treedt dit echter alleen op wanneer de relatie goed is (Fisher et al., 2002). In de vierde paragraaf van dit artikel zal hierop worden teruggekomen.

Op grond van hun resultaten concluderen Bartels en Zeki (2000) dat er een uniek hersencircuit verantwoordelijk is voor liefde. Aangenomen dat iedere emotie een eigen hersencircuit heeft (LeDoux, 1996; Pelletier et al., 2003), zou dit kunnen betekenen dat liefde een emotie is. Er zijn wetenschappers die liefde inderdaad als een emotie beschouwen. Plutchik bijvoorbeeld beschouwt liefde als een emotie, en wel als een combinatie van de basisemoties plezier (*joy*) en aanvaarding (*acceptance*) (zie LeDoux, 1996).

Behalve het aparte hersencircuit zijn er meer redenen om aan te nemen dat liefde een emotie is. Een tweede reden is dat wanneer leken wordt gevraagd een voorbeeld te geven van een emotie, hun eerste antwoord vaak 'liefde' is (Aron, Fisher & Strong, in voorbereiding; zie ook Shaver et al., 1987). Een derde argument voor het idee dat liefde een emotie is, is dat zij samengaat met verschillende lichamelijke reacties (Fisher et al., 2002).

Een vierde reden om aan te nemen dat liefde een emotie is, komt voort uit een klassiek experiment van Dutton en Aron (1974). Uit dit experiment blijkt namelijk dat ook liefde onderwerp kan zijn van cognitieve beoordeling, net zoals emoties. In het experiment werd mannelijke proefpersonen gevraagd een verhaaltje te schrijven terwijl ze ofwel op een hoge ophangbrug stonden, ofwel op een lage, stabiele brug. Na afloop van het experiment ontvingen zij bovendien het telefoonnummer van de aantrekkelijke vrouwelijke proefleidster, met de boodschap dat ze contact met haar konden opnemen voor meer informatie over het experiment. Het bleek dat de mannen op de hoge brug significant vaker verhaaltjes schreven met een seksuele inhoud en dat ze de proefleidster vaker opbelden dan de mannen op de lage brug. Dutton en Aron (1974) voerden nog een ander, soortgelijk experiment uit waarbij mannen in het laboratorium geconfronteerd werden met een aantrekkelijke vrouw. De mannen kregen te horen dat ofwel deze vrouw ofwel zichzelf een lichte elektrische schok zouden krijgen. Het bleek dat deze laatste conditie meer seksuele verbeelding en aantrekking tot de vrouw uit-

lokte. Dutton en Aron verklaarden hun resultaten met behulp van de eerder genoemde Schachter-Singertheorie. De proefpersonen zouden opwindning (*arousal*) ervaren, veroorzaakt door de hoge brug of de anticipatie op een elektrische schok. Maar de proefpersonen zouden deze opwindning ten onrechte toeschrijven aan de vrouw en daarom concluderen dat zij erg aantrekkelijk was (*misattribution of arousal*).

Sommige wetenschappers gaan echter verder en beschouwen liefde zelfs als een *basisemotie* (Gonzaga et al., 2001; Shaver et al., 1987). Uit verschillende experimenten concluderen Gonzaga en collega's (2001) dat liefde een basisemotie is, omdat zij drie belangrijke eigenschappen vertoont. De eerste eigenschap is dat liefde een eigen (neuro)biologische basis heeft, namelijk het hormoon oxytocine. Oxytocine komt bijvoorbeeld vrij tijdens de bevalling en tijdens seks, en bevordert dan de hechting tussen moeder en kind of tussen de partners (Carter, 1998). De tweede eigenschap is dat liefde haar eigen non-verbale uiting heeft: niet-vijandige handgebaren naar de geliefde, naar de geliefde leunen, hoofdknikken en glimlachen. De derde eigenschap van liefde is dat zij een belangrijke evolutionaire functie heeft, namelijk die van het aangaan van een verbintenis.

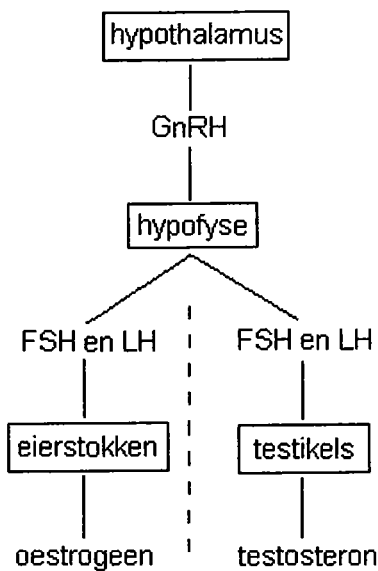
Al met al is er dus een aantal redenen om aan te nemen dat liefde een emotie is, dan wel een basisemotie. Maar er zijn andere onderzoekers die menen dat liefde een te breed begrip is en dat zij eigenlijk uit meerdere componenten bestaat. En dit zou betekenen dat liefde niet een enkele emotie is, laat staan een basisemotie.

### Liefde in drie componenten

Fisher (1998; 2000) bijvoorbeeld, beweert dat het fenomeen liefde moet worden onderverdeeld in drie verschillende componenten: lust, verliefdheid en hechting. Deze drie componenten zouden gedurende de evolutie steeds onafhankelijker van elkaar zijn geworden, waardoor ze nu elk een eigen functie en (neuro)biologische basis hebben.

#### Lust

Lust of libido, het eerste systeem, zou geassocieerd zijn met activiteit van de *hypothalamic-pituitary-gonadal*-as (HPG-as). Deze as is het systeem dat de afgifte van geslachtshormonen regelt en dat onder controle staat van de hypothalamus. Het preoptische gebied van de anterieure hypothalamus produceert het hormoon GnRH (*gonadotropin-releasing hormone*), dat via het bloed naar de voorkwab van de hypofyse (*pituitary*) wordt vervoerd. Dit hormoon zorgt er vervolgens voor dat de hypofyse twee andere hormonen afscheidt: het follikel-stimulerend hormoon (FSH) en het luteïniserend hormoon (LH). Deze hormonen worden door het bloed naar de geslachtsklieren (*gonads*) getransporteerd om deze aan te zetten tot de productie van geslachtshormonen. Bij vrouwen produceren de eierstokken oestrogeen en bij mannen produceren de testikels testosteron (zie Figuur 2). In een fMRI-studie van Aron en collega's (2002) was de activiteit van de rechter hypothalamus inderdaad geassocieerd met seksuele



**Figuur 2. Schematisch overzicht van de HPG-as, die waarschijnlijk betrokken is bij lust**

opwinding, wat in overeenstemming is met het idee dat de HPG-as betrokken is bij de component lust. Deze component zou ervoor zorgen dat soortgenoten met elkaar paren en voortplanting plaatsvindt.

### *Verliefdheid*

Het tweede systeem is verliefdheid. Fisher en collega's (2002) hebben dertien psychofysiologische kenmerken van verliefdheid geïdentificeerd. Het eerste kenmerk is dat verliefde mensen empathie voelen voor hun geliefde. Het tweede kenmerk is dat verliefde mensen vaak hun bezigheden, kleding en gewoonten aanpassen om beschikbaar te worden. Mensen nemen bijvoorbeeld een omweg naar hun school of werk om hun geliefde tegen te kunnen komen. Of ze trekken bepaalde kleren aan om er aantrekkelijker uit te zien. Het derde kenmerk is dat verliefde mensen verlangen naar emotionele vereniging met hun geliefde. Dat houdt in dat geliefden elkaar door en door willen kennen. Het vierde kenmerk is dat verliefde mensen seksueel verlangen ervaren. In zekere zin overlapt verliefdheid hier dus met de component lust. Een verschil zou kunnen zijn dat seksueel verlangen tijdens verliefdheid samengaat met gevoelens van bezitterigheid en jaloezie. Bovendien is bij verliefdheid het verlangen naar emotionele vereniging groter dan het verlangen naar seksuele vereniging, dat het vijfde kenmerk van verliefdheid is. Dit houdt in dat verliefden het belangrijker vinden om te weten dat de ander ook van hem/haar houdt, dan om seks met elkaar te hebben (Fisher, 2004). Het zesde kenmerk is dat verliefdheidsgevoelens onvrijwillig en oncontroleerbaar zijn. Het zevende kenmerk is dat verliefde mensen tekenen vertonen van emotionele afhankelijkheid. Voorbeelden hiervan zijn bezitterigheid, jaloezie, verlatingsangst en angst om te worden afgewezen. Het achtste kenmerk is dat verliefd-

heid niet altijddurend is. Na een half tot anderhalf jaar zal de verliefdheid steeds minder worden (Fisher, 2000; Marazziti et al., 1999) en kan zij overgaan in hechting. Dit is het derde systeem, waarop aanstands wordt teruggekomen.

Voor de overige vijf kenmerken van verliefdheid stellen Fisher en collega's meteen een (neuro)biologische basis voor. Het negende kenmerk is dat verliefde mensen het gevoel hebben dat hun geliefde uniek is. Dit kenmerk zou te maken hebben met verhoogde niveaus van de neurotransmitter dopamine, die in verband wordt gebracht met gerichte aandacht (*focused attention*). Het tiende kenmerk is dat verliefde mensen hun aandacht vooral richten op de positieve eigenschappen van hun geliefde, wat eveneens te maken zou kunnen hebben met verhoogde niveaus van dopamine. Daarnaast zouden ook verhoogde niveaus van de neurotransmitter noradrenaline in de hersenen hierbij betrokken kunnen zijn: noradrenaline wordt geassocieerd met een verbeterd geheugen voor nieuwe stimuli.

Het elfde kenmerk is dat verliefde mensen dwanggedachten hebben over hun geliefde, net zoals mensen met een obsessieve-compulsieve stoornis die hebben (over andere onderwerpen). De obsessieve-compulsieve stoornis kan worden behandeld met medicijnen die de heropname van de neurotransmitter serotonine uit de synapspleet remmen, de zogenaamde selectieve serotonine-heropnameremmers (SSRI's). Een voorbeeld van zo'n SSRI is het bekende antidepressivum Prozac, dat ook wel wordt voorgeschreven bij de obsessieve-compulsieve stoornis (College voor zorgverzekeringen, 2005). Daarom gaan Fisher en collega's ervan uit dat verliefdheid samengaat met verlaagde niveaus van de neurotransmitter serotonine. Dit is bevestigd door fysiologisch onderzoek van Marazziti en collega's (1999).

Het twaalfde kenmerk is dat wanneer verliefde mensen worden afgewezen door hun geliefde, hun romantische gevoelens eerder toenemen dan afnemen. Dit vertoont overeenkomsten met de reactie van proefdieren tijdens operante conditionering. Als een rat heeft geleerd dat hij iets te eten krijgt als hij op een hendeltje drukt, zal hij dit met een zekere regelmaat doen. Als er echter een variabel beloningsschema wordt toegepast, dat wil zeggen: als de rat niet iedere keer als hij op het hendeltje drukt iets te eten krijgt maar af en toe (en onvoorspelbaar), zal hij steeds vaker gaan drukken. Immers, als het drukken de vorige keer geen eten opleverde, dan deze keer misschien wel (Gleitman, Fridlund & Reisberg, 1999). Bij een afwijzing door een geliefde, zou ditzelfde principe kunnen gelden: als die geliefde niet is ingegaan op het vorige telefoontje of liefdesbrief, dan misschien toch wel op dit telefoontje of deze liefdesbrief. Aangezien operante conditionering te maken heeft met activiteit van dopaminerge neuronen in het beloningssysteem van de hersenen (Young, Moran & Joseph, 2005) zou dit kenmerk van verliefdheid daar ook mee geassocieerd kunnen zijn.

Het laatste kenmerk is de al eerder genoemde bevinding dat verliefdheid samengaat met verschillende lichamelijke reacties. Deze reacties vertonen overeenkomsten met de effecten van drugs met een soortgelijke werking als dopa-

mine. Voorbeelden van deze zogenaamde dopamineagonisten zijn amfetamine en cocaïne. Dit leidde tot de hypothese dat dopamine verantwoordelijk is voor deze lichamelijke reacties. Daarnaast zou ook de stof phenylethylamine een (bij)rol kunnen spelen, aangezien deze stof chemisch en farmacologisch gerelateerd is aan dopamine en noradrenaline. Kortom, verliefdheid zou geassocieerd zijn met hoge niveaus van dopamine, noradrenaline en phenylethylamine, en met lage niveaus van serotonine. De component verliefdheid zou geëvolueerd zijn om ervoor te zorgen dat individuen paren met genetisch superieure soortgenoten. Dus, de component verliefdheid zorgt ervoor dat een individu niet met een willekeurige soortgenoot paart, maar met een soortgenoot die gunstige genen levert aan de nakomelingen.

### Hechting

Hechting, het derde systeem, is het onderhouden van contact met de geliefde. Dit contact gaat samen met gevoelens van kalmte, behaaglijkheid en emotionele vereniging (Fisher, 1998). Hechting treedt op tussen geliefden, maar ook tussen bijvoorbeeld ouders en hun kinderen en tussen vrienden. De afgifte van de hormonen oxytocine en vasopressine door twee kernen van de hypothalamus (respectievelijk de supraoptische en de paraventriculaire nucleus) zouden gerelateerd zijn aan dit systeem (zie ook Carter, 1998). In een fMRI-studie met een vergelijkbaar design als hun eerdere studie, onderzochten Bartels en Zeki (2004) de neurobiologische basis voor moeder-kindhechting. Moeders keken naar foto's van hun eigen kind en van een ander bekend kind. Ondertussen werden hun hersenen gescand. Bij vergelijking van de hersenactiviteit tijdens beide condities bleek dat activiteit van de laterale orbito-frontaal cortex, de laterale prefrontaal cortex, de thalamus en de middenhersenen specifiek was voor hechting tussen moeder en kind. In de middenhersenen bevindt zich het periaqueductale grijs, dat veel receptoren voor het hormoon oxytocine bevat en waarvan bekend is dat het betrokken is bij moederlijk gedrag. Het zou kunnen dat de gevonden activiteit in de middenhersenen haar oorsprong vindt in dit periaqueductale grijs. Bovendien heeft het periaqueductale grijs directe verbindingen met de orbito-frontale cortex, wat de daar gevonden activiteit zou kunnen verklaren. Helaas was de spatiële resolutie van fMRI te laag om te kunnen bepalen of het periaqueductale grijs de exacte locatie van de activiteit was. Hechting zou positief sociaal gedrag en het uitvoeren van ouderlijke plichten bevorderen.

Fishers idee over de drie onafhankelijke componenten van liefde krijgt vanuit verschillende kanten steun. Uit socio-antropologisch onderzoek blijkt bijvoorbeeld dat mensen lust kunnen voelen voor iemand waarop ze niet verliefd zijn en/of waaraan ze niet gehecht zijn. Hieruit blijkt dat lust apart kan optreden, dus zonder verliefdheid en hechting. Bovendien zijn mensen meestal maar verliefd op één persoon tegelijk, terwijl ze gehecht kunnen zijn aan meerdere personen (bijvoorbeeld hun geliefde, kinderen, vrienden en/of ouders) (Fisher, 2004). En uit neurobiologisch onderzoek blijkt dat er

verschillende hersengebieden betrokken zijn bij de drie componenten. Bartels en Zeki (2000) bijvoorbeeld vonden dat er verschillende hersengebieden betrokken waren bij verliefdheid en seksuele opwindning. En ook waren er verschillen tussen de activatiepatronen van moederliefde (dus hechting) en die van verliefdheid (Bartels & Zeki, 2004). Ook dieronderzoeken ondersteunen het idee van de drie componenten van liefde (bijvoorbeeld Carter, 1998). Niettemin moet worden opgemerkt dat de (neuro)biologie van een aantal van de psychofysiologische kenmerken van verliefdheid, zoals voorgesteld door Fisher en collega's (2002), nog geverifieerd moeten worden door experimenteel onderzoek.

Samenvattend: aangezien liefde uit drie componenten bestaat, kan zij niet één (basis)emotie zijn. Maar zijn de drie componenten op zichzelf dan wel emoties? Met andere woorden, bestaat het fenomeen liefde uit de drie emoties lust, verliefdheid en hechting?

### De drie componenten als motivaties

Uit het onderzoek van Bartels en Zeki (2000) bleek dat hersengebieden die te maken hebben met negatieve emoties gedeactiveerd werden door verliefdheid. Maar dit zal waarschijnlijk alleen zo zijn wanneer de relatie zich naar tevredenheid ontwikkelt. In minder gelukkige omstandigheden kunnen de drie componenten namelijk ook angst en verdriet uitlokken (Fisher et al., 2002). Dit is een probleem voor de opvatting dat lust, verliefdheid en hechting zelf emoties zijn. Opvallend is dat Fisher de drie componenten in vroegere publicaties *emotion systems* noemt (bijvoorbeeld Fisher, 1998), terwijl zij in latere publicaties de term *emotion-motivation systems* gebruikt (Fisher et al., 2002). Een belangrijk verschil tussen emoties en motivaties is dat emoties uitgelokt worden door externe stimuli, terwijl motivationeel gedrag een reactie is op interne stimuli (Kandel et al., 2000). Voorbeelden van motivationeel gedrag zijn eten, drinken en seksueel gedrag. De bijbehorende interne stimuli (of motivaties) zijn dan honger of trek, dorst en lust. Natuurlijk is het onderscheid tussen emoties en motivaties niet zo strikt, want een externe stimulus zoals een lekker stuk taart kan ook honger (of trek) uitlokken. Maar dit zal alleen gebeuren als ook je innerlijke staat dit toestaat. Zo zul je bijvoorbeeld geen trek in die taart hebben als je net daarvoor al meerdere stukken taart hebt gegeten. Bij emoties speelt die innerlijke staat een minder grote rol; een pistool dat op je gericht wordt, zal altijd de emotie angst uitlokken, ongeacht of het al de tiende keer is dat dat gebeurt.

Motivationeel gedrag en emoties hebben te maken met overleving en/of voortplanting en zijn dus in beginsel evolutionair gunstig. Om ervoor te zorgen dat individuen motivationeel gedrag vertonen, dat dus niet direct door de omgeving wordt veroorzaakt, wordt het beloond door het dopaminerge beloningssysteem in de hersenen. Het ventrale tegmentale gebied in de middenhersenen en de nucleus accumbens in de voorhersenen zijn de belangrijkste hersengebieden die deel uitmaken van dit beloningssysteem (Kandel et al., 2000;

Wise, 2002). Uit een metastudie van 55 neuroimagingstudies naar emoties, daarentegen, bleek dat de middenhersenen meestal niet geactiveerd worden door de verschillende emoties (Phan et al., 2002).

Lust, verliefdheid en hechting hebben een voortplantingsfunctie en worden vooral van binnenuit aangestuurd. Dit laatste blijkt bijvoorbeeld uit de eerder genoemde experimenten van Dutton en Aron (1974). Het was de aanwezigheid van de mooie vrouw in combinatie met lichamelijke *arousal* die lust en/of verliefdheid uitlokte, niet de aanwezigheid van de vrouw per se. Bovendien bleek uit een fMRI-studie van Aron en collega's (2005) dat het beloningssysteem in de hersenen betrokken is bij verliefdheid. Het rechter ventrale tegmentale gebied was geactiveerd tijdens het kijken naar een foto van de geliefde. Ook in de fMRI-studie van Bartels en Zeki (2000) werd het ventrale tegmentale gebied geactiveerd door verliefdheid. Daarnaast werd er in een aantal andere neuroimagingstudies naar seksuele opwinding en moeder-kindbinding ook activatie gevonden in het ventrale tegmentale gebied, dan wel in de middenhersenen (waarin het ventrale tegmentale gebied zich bevindt) (Arnow et al., 2002; Bartels & Zeki, 2004; Bocher et al., 2001; Park et al., 2001). Aangezien lust, verliefdheid en hechting intern worden aangestuurd en bekrachtigd door het dopaminerge beloningssysteem, kan geconcludeerd worden dat zij motivaties zijn, en geen emoties.

## Conclusie

Vaak wordt liefde als een (basis)emotie beschouwd. Er zijn echter vier problemen met dit standpunt. Ten eerste kan liefde zelf verschillende emoties uitlokken, zowel positieve als negatieve. Ten tweede bestaat liefde uit drie onafhankelijke componenten, namelijk lust, verliefdheid en hechting. Iedere component heeft zijn eigen evolutionaire functie en (neuro)biologie. Daarom kan liefde niet één enkele (basis)emotie zijn. Ten derde worden lust, verliefdheid en hechting niet zozeer door de omgeving uitgelokt, maar zijn het interne stimuli. En ten laatste blijkt het beloningssysteem van de hersenen betrokken te zijn bij deze drie componenten. Daarom zijn lust, verliefdheid en hechting motivaties, en geen emoties.

Omdat de (neuro)biologie van liefde pas sinds kort wordt onderzocht, is het belangrijk dat de huidige bevindingen worden gerepliceerd. En uiteraard zijn er veel aspecten van liefde die nog niet onderzocht zijn. Het zou bijvoorbeeld interessant zijn te onderzoeken of er sekseverschillen bestaan in de drie componenten van liefde. Mannen zouden namelijk zoveel mogelijk kinderen bij verschillende vrouwen willen verwekken en liever geen energie steken in de opvoeding. Vrouwen, daarentegen, willen liever enkele nakomelingen verwekken bij een man met goede genen, die ook nog eens voor zijn kroost wil zorgen. Daarom zou het kunnen dat de beide seksen lust, verliefdheid en hechting anders of in andere mate ervaren. Ook zouden er verschillen tussen mannen en vrouwen kunnen zijn in de (neuro)biologie van deze

drie componenten. In de meeste neuroimagingstudies tot nu toe werden louter mannen getest (bijvoorbeeld Arnow et al., 2002). En bij studies waarin zowel mannen als vrouwen werden getest, waren de groepen te klein om verschillen tussen hen te kunnen toetsen (bijvoorbeeld Bartels & Zeki, 2000). Verder hebben de meeste studies alleen mensen onderzocht die verliefd waren op iemand van het andere geslacht (bijvoorbeeld Aron et al., 2005). Maar in een vragenlijstonderzoek vond Fisher (2004) enkele verschillen tussen heteroseksuelen en homoseksuelen. Homoseksuelen meldden, bijvoorbeeld, hevigere emotionele reacties tijdens verliefdheid dan heteroseksuelen. Het zou dus interessant zijn te onderzoeken welke (neurobiologische) verschillen er bestaan tussen homo-, bi- en heteroseksuelen, en wat daarvan de oorzaak is.

Verder is het belangrijk dat de veelbelovende theorie van Fisher over de (neuro)biologie van de drie componenten getoetst wordt. Ze doet namelijk een aantal voorspellingen over de cognitieve vaardigheden en neurotransmittersystemen die betrokken zouden zijn bij lust, verliefdheid en/of hechting. Zo gaan Fisher en collega's (2002) ervan uit dat de gerichte aandacht en het geheugen voor nieuwe stimuli toenemen tijdens verliefdheid. Bovendien zouden hierbij de neurotransmitters dopamine, noradrenaline en phenylethylamine betrokken zijn. Deze voorspellingen moeten elk nog getoetst worden. Daarbij zouden verschillende onderzoekstechnieken gebruikt kunnen worden, zoals 1) neuroimaging (cf. Arnow et al., 2002; Aron et al., 2005; Bartels & Zeki, 2000; Bartels & Zeki, 2004; Bocher et al., 2001; Mouras et al., 2003; Park et al., 2001), 2) elektrofysiologische technieken (cf. Tucker & Dawson, 1984), 3) farmacologisch onderzoek, 4) cognitieve- en gedragsonderzoek, en 5) fysiologisch onderzoek (cf. Kurup & Kurup, 2003; Marazziti et al., 1999). Natuurlijk is het een uitdaging op zich om experimenten te ontwikkelen die het mogelijk maken de verschillende aspecten van liefde apart te onderzoeken. Niet in laatste plaats omdat een geliefde een zeer speciale betekenis krijgt voor de verliefde persoon en omdat dat cognitie en gedrag erg kan beïnvloeden.

Mw drs. S.J.E. Langeslag is als aio verbonden aan het Instituut voor Psychologie van de Erasmus Universiteit Rotterdam, Postbus 1738, 3000 DR Rotterdam. E-mail: <sandra.langeslag@gmail.com>

## Noot

Ik wil Arjan Blokland, Universiteit Maastricht, bedanken voor zijn commentaar op eerdere versies van dit artikel.

## Literatuur

- Andreassi, J.L. (2000). *Psychophysiology: human behavior and physiological response*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arnow, B.A., Desmond, J.E., Banner, L.L., Glover, G.H., Solomon, A., Polan, M.L., Lue, T.F. & Atlas, S.W. (2002). Brain activation and sexual arousal in healthy, heterosexual males. *Brain*, 125, 1014-1023.
- Aron, A., Fisher, H., Mashek, D.J., Strong, G., Li, H. & Brown, L.L. (2005). Reward, motivation and emotion systems associated with early-stage intense romantic love. *Journal of Neurophysiology*, 94, 327-337.

- Aron, A., Fisher, H. & Strong, G. (in voorbereiding). Love. In D. Perlman & A. Van-gelisti (Eds.), *Cambridge handbook of personal relationships*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bartels, A. & Zeki, S. (2000). The neural basis of romantic love. *Neuroreport*, 11, 3829-3834.
- Bartels, A. & Zeki, S. (2004). The neural correlates of maternal and romantic love. *Neuroimage*, 21, 1155-1166.
- Bocher, M., Chisin, R., Parag, Y., Freedman, N., Meir Weil, Y., Lester, H., Mishani, E. & Bonne, O. (2001). Cerebral activation associated with sexual arousal in response to a pornographic clip: a  $^{15}\text{O-H}_2\text{O}$  PET study in heterosexual men. *Neuroimage*, 14, 105-117.
- Carter, C. S. (1998). Neuroendocrine perspectives on social attachment and love. *Psychoneuroendocrinology*, 23, 779-818.
- College voor zorgverzekeringen (2005). *Farmacotherapeutisch Kompas*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.
- Dutton, D.G. & Aron, A.P. (1974). Some evidence for heightened sexual attraction under conditions of high anxiety. *Journal of Personality and Social Psychology*, 30, 510-517.
- Fisher, H.E. (1998). Lust, attraction, and attachment in mammalian reproduction. *Human Nature*, 9, 23-52.
- Fisher, H.E. (2000). Lust, attraction, attachment: biology and evolution of the three primary emotion systems for mating, reproduction, and parenting. *Journal of Sex Education and Therapy*, 25, 96-104.
- Fisher, H.E., Aron, A., Mashek, D., Li, H. & Brown, L.L. (2002). Defining the brain systems of lust, romantic attraction, and attachment. *Archives of Sexual Behavior*, 31, 413-419.
- Fisher, H. (2004). *Why we love*. New York: Henry Holt and Company.
- Gleitman, H., Fridlund, A.J. & Reisberg, D. (1999). *Psychology*. New York: W. W. Norton & Company, Inc.
- Gonzaga, G.C., Keltner, D., Londahl, E.A. & Smith, M.D. (2001). Love and the commitment problem in romantic relations and friendship. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81, 247-262.
- Kalat, J.W. (2001). *Biological psychology*. Belmont: Wadsworth/Thomson Learning.
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H. & Jessell, T.M. (2000). *Principles of neural science*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Kurup, R.K. & Kurup, P.A. (2003). Hypothalamic digoxin, hemispheric dominance, and neurobiology of love and affection. *The International Journal of Neuroscience*, 113, 721-729.
- LeDoux, J.E. (1996). *The emotional brain: the mysterious underpinnings of emotional life*. New York: Simon & Schuster.
- Marazziti, D., Akiskal, H.S., Rossi, A. & Cassano, G.B. (1999). Alterations of the platelet serotonin transporter in romantic love. *Psychological Medicine*, 29, 741-745.
- Mouras, H., Stoléru, S., Bittoun, J., Glutron, D., Pélégriani-Issac, M., Paradis, A. & Bur-nod, Y. (2003). Brain processing of visual sexual stimuli in healthy men: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroimage*, 20, 855-869.
- Park, K., Kang, H.K., Seo, J.J., Kim, H.J., Ryu, S.B. & Jeong, G.W. (2001). Blood-oxygenation-level-dependent functional magnetic resonance imaging for evaluating cerebral regions of female sexual arousal response. *Urology*, 57, 1189-1194.
- Pelletier, M., Bouthillier, A., Lévesque, J., Carrier, S., Breault, C., Paquette, V., Mensour, B., Leroux, J.M., Beaudoin, G., Bourgouin, P. & Beaugard, M. (2003). Separate neural circuits for primary emotions? Brain activity during self-induced sadness and happiness in professional actors. *Neuroreport*, 14, 1111-1116.
- Phan, K.L., Wager, T., Taylor, S.T. & Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage*, 16, 331-348.
- Pinel, J.P.J. (2003). *Biopsychology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Shaver, P., Schwartz, J., Kirson, D. & O'Connor, C. (1987). Emotion knowledge: further exploration of a prototype approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52, 1061-1086.
- Tucker, D.M. & Dawson, S.L. (1984). Asymmetric EEG changes as method actors generated emotions. *Biological Psychology*, 19, 63-75.
- Wise, R.A. (2002). Brain reward circuitry: insights from unsensed incentives. *Neuron*, 36, 229-240.
- Young, A.M., Moran, P.M. & Joseph, M.H. (2005). The role of dopamine in conditioning and latent inhibition: what, when, where and how? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29, 963-976.

### Summary

## Love is a motivational state, not an emotion A neurobiological approach

S.J.E. Langeslag

It is generally assumed that love is a (basic) emotion. For example because it is accompanied by psychophysiological responses and cognitive evaluation, as is the case for emotions. However, this notion has four problems. First, love itself can elicit several emotions, positive as well as negative ones. Secondly, love appears to consist of three independent systems, namely lust, attraction and attachment. Each of these systems has its own (neuro)biological substrate and evolutionary purpose. Thirdly, these components are internally elicited. Finally, neuroimaging studies have revealed that brain reward circuits are involved in love. Taken together, experimental data suggest that love should be considered as a collection of motivational states rather than as one emotion. Suggestions for further research regarding the (neuro)biology of love are made.