

# Fysiologie van de liefde

Jan Hindrik Ravesloot

AMC, Amsterdam

---

## Samenvatting

Modern neurobiologisch wetenschappelijk onderzoek wijst op het beloningscircuit als centrale neurofysiologische structuur die een rol speelt bij het verliefd worden en het bestendigen van een langetermijnrelatie. Hierbij spelen de neurotransmitters dopamine, oxytocine en vasopressine een belangrijke rol. Vooral tijdens de verliefdheidsfase is er een sterke seksuele aantrekkingskracht waaraan vooral bij vrouwen een veranderde testosteronhuishouding ten grondslag ligt. Naast biologische-evolutionaire factoren zijn er ettelijke persoon-, tijd- en plaatsgebonden factoren die gedurende het leven invloed uitoefenen op de partnerkeus.

---

**F**ysiologie is de levensverrichtingenleer. Verliefd worden en verliefd zijn is een bijzondere levensverrichting, en één die door velen als aangenaam wordt ervaren. Gedrag, emoties en denkwijze veranderen op een unieke manier en ook het lichaam maakt kenmerkende aanpassingen door. Hoe plezierig ook, de verliefde toestand is eindig en niet vast te houden. Op dat punt kunnen partners beslissen de verstandhouding te beëindigen of om te zetten in een romantische langetermijnrelatie.

Modern neurobiologisch wetenschappelijk onderzoek wijst op drie aparte, maar sterk onderling samenwerkende hersensystemen die er samen voor zorgen dat mensen verliefd kunnen worden, dat wij in potentie de relatie met het object van onze verliefdheid voor vele jaren kunnen bestendigen in een romantische relatie, en dat wij ons kunnen voortplanten. Het perspectief van deze literatuursamenvatting is evolutionair-medisch-biologisch. Alhoewel in het vervolg de heteroseksuele relatie als uitgangspunt wordt genomen, is er geen reden om aan te nemen dat

de beschreven processen in de homoseksuele relatie wezenlijk anders zijn.

## Op wie worden wij verliefd?

Partnerkeuze is een ingewikkeld en hogelijk individueel proces. De kenmerken die mensen in de levensgezel willen zien veranderen gedurende de fasen van het leven. Niettemin is er een aantal wetmatigheden. Vanuit biologisch perspectief is de partnerkeuze op jong volwassen leeftijd het meest voorspelbaar omdat de sekswens dikwijls leidt tot nageslacht. Vanuit een evolutionair standpunt is het dan goed verklaarbaar dat de preferentie uitgaat naar een partner waarmee de meest gezonde kinderen verwekt worden. De partner moet daarom over 'goede genen' en over 'complementaire genen' beschikken. Roberts en Little (2008) hebben dit thema in hun voortreffelijke overzichtsartikel fraai samengevat. Lichaamsbouw die fysieke kracht uitstraalt, symmetrie, en lengte zijn duidelijk visueel waarneembare 'goede genen'-indicatoren in mannen. Zo blijken vrijgezellen gemiddeld korter dan mannen van dezelfde leeftijd met een relatie (Roberts & Little, 2008). Symmetrie is een indicator voor de ontwikkelingsstabiliteit. Een kort maar ook een asymmetrisch lichaam kan wijzen op onvolledige of onnauwkeurige bouw, of een of meerdere doorgemaakte crises gedurende de aanleg en groei van het lijf. Beide zijn geen reclame voor 'goede genen'. Maar extreme lengte en extreme gespierdheid worden door vrouwen doorgaans ook ge-

meden. Zowel mannen als vrouwen geven de voorkeur aan ‘gemiddelde’ sekse gezichten. Ook hier geldt dat extreem mannelijke gezichten door vrouwen minder hoog worden gewaardeerd. Hetzelfde geldt voor de mannelijke waardering van vrouwelijke gezichten. Sommige studies laten zien dat vrouwen een voorkeur hebben voor mannen wier *major histocompatibility complex* (MHC) genen anders zijn dan van henzelf. Hierbij speelt de lichaamsgeur van de man een rol. MHC genen spelen een centrale rol in de immunologische afweer. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat de complementaire MHC genen de eigenschap zich te verweren tegen microbiologische bedreigingen van het nageslacht verhoogt. Vrouwen die orale anticonceptiva gebruikten of vrouwen die in de niet-fertiele fase van de cyclus waren, bleken minder gevoelig voor de geur van mannen. Dit geeft aan dat de variatie in partnerkeus niet alleen afhangt van de levensfase, maar, bij vrouwen althans, ook van de hormonale fase.

### Hoe worden wij verliefd?

Fisher (1998) beschrijft de twee stappen die nodig zijn om verliefd te worden. In de eerste plaats zijn er de visuele en olfactorische uitingen van de ‘goede en complementaire’ genen die bepalen op wie wij verliefd worden. In een tweede stap wordt een hersensysteem geactiveerd dat er voor zorgt dat de aandacht op deze preferente partner wordt gefocuseerd. Uit experimenten met proefdieren en mensen is inmiddels duidelijk welke hersenstructuren hierbij een centrale rol spelen. De vrouwtjes prairie woelmuis (*Microtus Ochrogaster*) gaat een duidelijke voorkeur vertonen voor het mannetje waarmee een paringsdaad is gedaan. Die voorkeur zorgt voor een langdurige relatie tussen beide. In de nucleus accumbens in het brein van het diertje gaat de voorkeur gepaard met een stijging van de dopamine niveaus. De nucleus accumbens is onderdeel van het ‘beloningscircuit’. Het is dit circuit dat een gevoel van genoegen, genot en euforie teweeg brengt na prikkeling met dopamine. Wanneer een dopamine antagonist in de nucleus accumbens wordt ingespoten treedt de binding na paring niet op. Wordt dopamine in de nucleus accumbens ingespoten dan zal het vrouwtje een voorkeur gaan ontwikkelen voor het mannetje, ook al heeft er geen paringsdaad plaats gehad (Fisher, Aron, & Brown, 2006). Verliefde mensen die naar een foto van hun partner kijken vertonen verhoogde activiteit in de dopaminerge cellen van het ventraal tegmentaal gebied dat eveneens een belangrijk onderdeel uitmaakt van het beloningscircuit (Fisher, Aron, & Brown, 2005). Kortom, activering van het

beloningscircuit is een kritische stap in het tot stand komen van verliefdheid. De vervoering, het genoegen, genot en/of euforisch gevoel dat een geactiveerd beloningscircuit oproept motiveert gedrag dat leidt tot de activatie ervan. In het geval van verliefdheid is dat het opzoeken van de preferente partner. Dit circuit kan dan ook verantwoordelijk worden gehouden voor een van de opvallendste symptomen van verliefdheid: het welhaast dwangmatig opzoeken van de persoon waarop men verliefd is.

Naast centrale dopaminerge banen worden ook noradrenerge banen geactiveerd. De alertheid, verminderde slaapbehoefte, verminderde eetlust, en sterk verhoogde energieniveaus zijn daarvan het gevolg. Deze aanpassingen voorzien het ‘prettig obsessieve’ gedrag gericht op de ander van pit, geestkracht en tijd. De toegenomen hoeveelheden van de *enhancer* substantie fenylethylamine (Fisher, 1998) verhogen nog eens de werkzaamheid van centrale catecholaminen zoals amfetaminen dat doen en dragen bij aan het verhogen van de stemming (Shimazu & Miklya, 2004). Perifere catecholaminen zorgen voor de lichamelijke sensaties (‘*arousal*’) die de nabijheid van de preferente partner oproepen: verhoogde hartfrequentie, toegenomen spierspanning (‘vlinders in de buik’ en trillen), transpireren en verwijde pupillen. Het zijn deze symptomen die in poëzie en liedteksten terecht komen.

De periode van verliefdheid dooft uit over een periode die varieert van enkele weken tot enkele jaren. Er zijn echter stellen die de verliefdheid langdurig weten vast te houden (Acevedo, Aron, Fisher, & Brown, 2011). Mensen behouden het vermogen om verliefd te worden vermoedelijk tot de laatste dag. Mensen kunnen ook meerder keren in hun leven verliefd worden. De kenmerken van de eerste partner zijn niet voorspellend voor de kenmerken van de volgende partner (Roberts & Little, 2008). Naast biologische zijn er zonder twijfel ettelijke karakterologische, culturele, medische, biografische, tijd- en plaatsgebonden factoren die gedurende het leven invloed uitoefenen op de partnerkeuze. Het is niet ondenkbaar dat deze factoren het belang van ‘goede en complementaire’ genen naar de achtergrond dringen.

De keuze of er daadwerkelijk een relatie wordt aangegaan met een preferente partner hangt af of er sprake is van een kortetermijnrelatie of een langetermijnrelatie. Vrouwen zijn in het algemeen kieskeurig bij beide, mannen dikwijls alleen maar bij een langetermijnrelatie (Geary, Vigil, & Byrd-Craven, 2004). Het risico op een seksueel overdraagbare aandoening, zwangerschap of verlies aan reputatie c.q. marktwaarde weerhouden de meeste vrouwen

van het lichtzinnig aangaan van kortetermijnrelaties. Hieruit mag afgeleid worden dat de heftige en intense emoties die met (ontluikende) verliefdheid samenhangen niet hoeven te leiden tot controle verlies.

### **Wat kenmerkt de verliefde toestand? - neurofysiologie**

Naast onderdelen van het beloningscircuit worden tal van andere hersenstructuren actief of juist minder actief bij de aanblik van de geliefde (Bartels & Zeki, 2000; Fisher et al., 2005; Fisher et al., 2006). Gezamenlijk vormen zij het neurofysiologisch correlaat van de gedragsmatige, cognitieve en emotionele kenmerken van de verliefde toestand. De hunkering naar de ander en de euforie van zijn of haar nabijheid zorgt voor welhaast obsessief gedrag om zo veel als mogelijk zo dicht als mogelijk bij die ander te zijn. Alle gedragingen zijn erop gericht om bij elkaar te komen. En als de reciprociteit van de verliefdheid nog niet duidelijk is, zijn alle gedragingen erop gericht om daar achter te komen. Verliefden zijn serviel aan elkaar, bestuderen elkaar en verblijven het liefst in elkaars nabijheid. Verliefden hebben veelvuldig 'intrusies': gedachten over en aan elkaar die zonder duidelijke aanleiding ontstaan. Idealisering, en het door en door leren kennen van de ander zijn de twee andere cognitieve kenmerken. Doordat verliefden elkaar idealiseren wordt de verstandhouding gekenmerkt door onnauwkeurige waarnemingen van de ander. De wens om een eenheid te zijn en het ervaren van een enorme aantrekkingskracht, in het bijzonder een seksuele aantrekkingskracht, zijn onderdelen van de emoties die verliefden ervaren (Hatfield & Sprecher, 1986; Fisher 1998).

Naast neurofysiologische aanpassingen treden er ook endocrinologische veranderingen op (Marazziti & Canale, 2004). De betekenis van de toegenomen '*nerve growth factor*'-spiegels bij verliefden is intrigerend maar vooralsnog onbekend (Emanuele, Politi, Bianchia, Minoretti, Bertona & Geroldi, 2006). Opvallend is de lichte daling van de testosteronspiegel (en FSH-spiegel) bij verliefde mannen, maar een robuuste verdubbeling van het sexsteroïd in het bloedplasma van verliefde vrouwen (Marazziti & Canale, 2004). Bij zowel mannen als vrouwen is ook de cortisolspiegel significant verhoogd. Dit laatste wordt soms in verband gebracht met 'neofobie', angst voor het nieuwe. Verliefd worden en het mogelijk aangaan van een relatie betekent dikwijls afscheid van het oude en vertrouwde leven. Dat brengt spanning en stress met zich mee. Als de verliefdheid uitdooft normaliseren de hormoonniveaus (Marazziti & Canale, 2004).

Het is verleidelijk de verandering in testosteronniveaus in verband te brengen met de sterk verhoogde seksuele activiteit die zo kenmerkend is voor de verliefde toestand. De testosteron daling bij verliefde mannen (van gemiddeld 6,8 naar gemiddeld 4,1 ng/ml (Marazziti & Canale, 2004)) is vermoedelijk te weinig om een functionele betekenis te hebben, het niveau komt niet onder de drempelwaarde van ~3 ng/ml waaronder mannen hun seksuele interesse verliezen (Christiansen, 2001). De testosteron stijging bij verliefde vrouwen is een verdubbeling van gemiddeld 0,6 ng/ml naar gemiddeld 1,2 ng/ml (Marazziti & Canale, 2004). Christiansen (2001) citeert een aantal experimentele en correlatieve studies die een duidelijk verband tussen de plasma testosteron concentratie en vrouwelijk seksueel gedrag leggen. Het is hier dat de functie van de verliefdheid gevonden kan worden: het is een krachtige motor achter de voortplanting. Wij zijn de zonen en de dochters van voorouders die hartstochtelijk liefhadden. Wij zijn de zonen en de dochters van de voorouders die het meeste plezier, genoeg en genot beleefden aan de rituelen en gedragingen die horen bij de ander 'het hof maken'. Hersensystemen die de lust reguleren (Arnow et al., 2002) en die de verliefdheid veroorzaken (Bartels & Zeki, 2000; Fisher et al., 2006), zijn twee van de drie neurale stelsels die de romantische arena bij mensen beheersen en reguleren. Het derde hersensysteem hangt samen met hechting voor langere termijn, nadat de verliefdheid, bij de meeste mensen althans, is uitgedoofd.

### **Wat is de basis voor een monogame langetermijnrelatie? - psychofysiologie**

De verliefde toestand is zoals gezegd eindig en dooft na verloop van tijd meestal uit. In die eindfase worden de ogen geopend voor alle aspecten van de ander. Partners die uit zijn op een duurzame relatie zullen dan ruimte (blijven) geven aan de ander om zich te laten zien zoals de ander werkelijk is, terwijl ze bij zichzelf nagaan hoe zij daarop reageren. Vooral het potentieel relatiebeschadigende gedrag moet meegevoeld en doorleefd worden. Dan kan het gebeuren dat de verliefdheid inderdaad overgaat in oprechte, onvoorwaardelijke romantische liefde. In dat geval wordt de seksuele passie van de verliefdheid gaandeweg gecompleteerd door '*commitment*' en 'intimiteit'. Intimiteit hangt samen met het mentale blootgeven waar passie samenhangt met het fysieke blootgeven. Partners krijgen kennis van elkaars fundamentele motieven, zwakheden, talenten, angsten en fantasieën. De *commitment* wordt aangegaan die kennis te gebruiken om de partner op positieve wijze

te stimuleren en bij te staan. Onder de beslissing om door te gaan met een langetermijnrelatie ligt dikwijls een zakelijke kosten-baten analyse. Vrouwen zetten de beperkte seksuele mogelijkheden en de 'verplichting' tot het hebben van seks af tegen de 'goede en complementaire' genen, substantiële middelen, goederen en vaderlijke inzet van de partner. Mannen maken een soortgelijke afweging. De nadelen van de seksuele restricties en de enorme investering in een relatie en ouderschapstaken moeten onderdoen voor het maximaliseren van de reproductiekansen, seksuele en sociale vriendschap en optimale omstandigheden om de eigen kinderen groot te brengen (Geary et al., 2004).

De stabiliteit van een monogame langetermijnrelatie wordt neurofysiologisch ondersteund. Uit experimenten met proefdieren en mensen is inmiddels duidelijk welke hersenstructuren hierbij een centrale rol spelen. Het woelmuizen genus (*Microtis*) kent meerdere species. De berg woelmuis (*Microtis montanus*) is promiscue, terwijl de eerder genoemde prairie woelmuis (*Microtis Ochrogaster*) monogaam is. Als de prairie woelmuis paart treedt er een mechanisme in werking waardoor beide partners voor het leven aan elkaar hechten. Dat mechanisme blijkt te berusten op het verschijnen van twee nonapeptiden (verbinding van 9 aminozuren): oxytocine (OCT) en arginine-vasopressine (AVP). Buiten de bloedhersenbarrière vervullen deze stoffen de rol van klassieke hormonen, uitgescheiden door de hypofyseachterkwab. OCT zet de baring in gang en verzorgt de melkejectie. AVP, ook wel bekend als antidiuretisch hormoon, reguleert de waterreabsorptie door de nieren als reactie op een gewijzigde toniciteit van het bloedplasma. Binnen de bloedhersenbarrière zijn populaties van neuronen die OCT en AVP als neurotransmitter gebruiken. Vergeleken met de promiscue berg woelmuizen bezitten de monogame prairie woelmuizen opmerkelijk veel oxytocine en vasopressine receptoren in onder meer het beloningscircuit. Kunstmatige toediening van de nonapeptiden veroorzaakt hechting zonder dat de prairie woelmuizen gepaard hebben. Het blokkeren van beide typen nonapeptide receptoren verhindert de paarvorming (Young, Liu, & Wang, 2008). Het beloningscircuit speelt dus een belangrijke rol bij het conditioneren van de monogame prairie woelmuizen. Dat conditioneren gaat als volgt. Voorafgaande aan de paring is er een periode van verliefdheid waarbij dopamine het beloningscircuit activeert. Tijdens en na de paring zijn het de nonapeptiden die het beloningscircuit prikkelen. Voor, tijdens en na de paring is er veelvuldig fysiek contact tussen de beide partners, waarbij

vermoedelijk de geur stevig wordt gekoppeld aan de positieve emoties die samenhangen met een geactiveerd beloningscircuit (Young et al., 2008). Later zal alleen al de geur het plezierige gevoel van trouwdheid en euforie oproepen. Gedrag dat de nabijheid van de partner nastreeft wordt op deze manier beloond. Een relatie wordt aldus langdurig neurofysiologisch bestendigd.

Bij mensen fluctueren de OCT en AVP niveaus in het brein op een wijze die voorspelbaar afhangt van het affectieve gedrag, vooral als dat gedrag seksuele opwinding met zich mee brengt. Bij mannen en vrouwen zullen OCT en AVP verhogen gedurende de opwinding van het zoenen en het knuffelen, en waar OCT piekt rondom een eventueel orgasme is AVP al weer naar de uitgangswaarde teruggekeerd. In mensen zijn de OCT en AVP receptoren ook in het beloningscircuit aanwezig (Gimpl & Fahrenholz, 2001). Kortom, er is een goede reden om aan te nemen dat ook in mensen het neurofysiologisch hechtingsmechanisme dat beschreven voor de monogame prairie woelmuizen actief is. Andere steun voor deze veronderstelling komt uit de studie van Walum et al. (2008). Mannen met een variant van de AVP receptor hadden een significant lagere score op een vragenlijst naar de kwaliteit van de romantische relatie en bleken significant vaker een relatiecrisis te hebben doorgemaakt of significant minder hun relatie een juridisch status te hebben gegeven. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat deze AVP receptor variant minder prikkeling geeft van het beloningscircuit.

### Epiloog

Wat we ook mogen denken van de chemie van verliefdheid, de wetmatigheden van de liefde, de voorwaarden voor duurzame romantische relaties en de fysiologische basis daarvan, de Britse essayist William M. Thackeray zei het twee eeuwen geleden al kernachtig zo: '*It is best to love wisely, no doubt: but to love foolishly is better than not to be able to love at all*'. En wat valt aan deze aansporing eigenlijk nog toe te voegen? Leef en heb lief! dan komt de fysiologie vanzelf, van jezelf en van de ander.

### Literatuur

- Acevedo, B.P., Aron, A., Fisher, H.E., & Brown, L.L. (2011). Neural correlates of long-term intense romantic love. *Soc Cogn Affect Neurosci. Advance Access published January 5, 2011* doi:10.1093/scan/nsq092
- Aronow, B.A., Desmond, J. E., Banner, L.L., Glover, G.H., Solomon, A., Lake Polan, M., Lue, T.F., & Atlas S.W. (2002). Brain activation and sexual arousal in healthy, heterosexual males. *Brain* 125(5): 1014-1023.



- Bartels, A., & Zeki, S. (2000). The neural basis of romantic love. *NeuroReport* 11:3829-3834.
- Christiansen, K. Behavioural effects of androgen in men and women. (2001). *Journal of Endocrinology* 170, 39-48.
- Emanuele, E., Politi, P., Bianchia, M., Minoretti, P., Bertona, M., & Geroldi, D. (2006). Raised plasma nerve growth factor levels associated with early-stage romantic love. *Psychoneuroendocrinology* 31, 288-294.
- Fisher, E.H. (1998). Lust, attraction, and attachment in mammalian reproduction. *Human Nature* 9(1), 23-52.
- Fisher, H., Aron, A., & Brown, L. (2005). Romantic love: an fMRI study of a neural mechanism for mate choice. *J. Comp. Neurol.* 493, 58-62.
- Fisher, E.H., Aron, A., & Brown, L. L. (2006). Romantic love: a mammalian brain system for mate choice. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 361, 2173-2186.
- Geary, D.C., Vigil, J., & Byrd-Craven, J. (2004). Evolution of Human Mate Choice. *The Journal of Sex Research* 41(2), 27-42.
- Gimpl, G., & Fahrenholz, F. (2001). The oxytocin receptor system: structure, function, and regulation. *Physiological Reviews* 81(2), 629-683.
- Hatfield, E. & Sprecher, S. (1986). Measuring passionate love in intimate relationships. *Journal of Adolescence* 9, 383-410.
- Marazziti, D., & Canale, D. (2004). Hormonal changes when falling in love. *Psychoneuroendocrinology* 29, 931-936.
- Roberts, S.C., & Little, A.C. (2008). Good genes, complementary genes and human mate preferences. *Genetica* 132, 309-321.
- Shimazu, S., & Miklya, I. (2004). Pharmacological studies with endogenous enhancer substances:  $\beta$ -phenylethylamine, tryptamine, and their synthetic derivatives. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry* 28, 421-427.
- Walum, H., Westberg, L., Henningsson, S., Neiderhiser, J.M., Reiss, D., Igl, W., Ganiban, J.M., Spotts, E.L., Pedersen, N.L., Eriksson, E., & Lichtenstein, P. (2008). Genetic variation in the vasopressin receptor 1a gene (AVPR1A) associates with pair-bonding behavior in humans. *PNAS* 105(37), 14153-14156.
- Young, K.A., Liu, Y., & Wang, Z. (2008). The neurobiology of social attachment: A comparative approach to behavioral, neuroanatomical, and neurochemical studies. *Comparative Biochemistry and Physiology* 148(C), 401-410.

## Summary

### Physiology of romantic love

Recent neurobiological research has defined the reward circuits of the brain as central to romantic love and long lasting romantic relationships. Dopamine, oxytocin and vasopressin are the neurotransmitters involved. The early stage of romantic love is characterized by intense attraction, especially of a sexual nature. Presumably related to this are the raised testosterone levels in women. In addition to biological and evolutionary factors, many personality-, time-, and location-related motives play a role in the mate choice.

**Keywords:** attraction, love, oxytocin, vasopressin, dopamine

**Trefwoorden:** verliefdheid, liefde, oxytocine, vasopressine, dopamine