

## SPIEGELNEURONEN



# SPIEGELNEURONEN

Wouter van der Schaar

© 2017 Dr Wouter W. van der Schaar / Uitgeverij U2pi

Titel: Spiegelneuronen

Auteur: Dr Wouter W. van der Schaar

Foto auteur: Lieke Engelkamp

Uitgeverij U2pi BV, Den Haag

Website uitgever: [www.jouwboek.nl](http://www.jouwboek.nl)

ISBN: 978-90-8759-673-6

NUR: 770

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

# INHOUD

1	Spiegelneuronen	9
2	Imitatiegedrag versus nabootsing	19
3	Emoties en spiegelneuronen	24
4	Empathie en Spiegelactivatie	27
5	Oogcontact en Empathie	37
6	Altruïsme en Spiegelneuronen	40
7	Theory of Mind (ToM)	47
8	Moraal en Spiegelneuronen	54
9	Sociaal besmettelijk gedrag: gapen	57
10	Spraakontwikkeling door gebaren	60
11	De rol van spiegelneuronen bij taal en muziek	70
12	Robotica en antropomorfisme	74
13	Toekomstig onderzoek	77
14	Dankwoord	79
15	Referenties	81



## **Uit het oog, uit het hart?**

Een beknopte bespiegeling over aard en functie van  
spiegelneuronenactiviteit in onze samenleving.





## SPIEGELNEURONEN

Het begon allemaal in 1990 toen Italiaanse onderzoekers aan de Universiteit van Parma toevallig het eerste ‘spiegelneuron’ ontdekten bij een aap. Het bleek, als een aap een rozijntje pakte, dat dan dezelfde neuronen gingen vuren als hij diezelfde handeling zag uitvoeren door een mens. Omdat het leek of de aap zijn beweging in een spiegel zag gereflecteerd, besloten de onderzoekers om die cellen ‘spiegelneuronen’ te noemen.<sup>(1)</sup> Bij mensen zijn deze neuronen ook ontdekt via hersenscans. Onder spiegelneuronen verstaan we dan cellen die de handelingen van anderen om ons heen als het ware imiteren zodat we begrijpen wat die ander doet. Men kan dit zelf ervaren wanneer we op het puntje van de stoel naar een spannende voetbalwedstrijd kijken en we geneigd zijn dezelfde schopbeweging te maken als de voetballer voor het open doel. In dit opzicht kan men trainen door er alleen maar naar te kijken. Want ‘zien’ wordt door de spiegelneuronen vertaald als ‘doen’. Dit wordt ook wel eens *kinesthetische empathie* genoemd. Dit betekent dat niet alleen neuronen in het visuele hersengebied, maar ook neuronen in het *motorische* gebied worden geactiveerd.

De spiegelneuronen zijn gelokaliseerd in het *premotorgebied* van de hersens dat belangrijk is voor het plannen, voorbereiden en selecteren van gecombineerde handelingen en in het gebied van Broca dat met spreken te maken heeft. Bovendien bestaan er *anti-spiegelneuronen* die registreren wanneer een ander een handeling uitvoert, maar tegengaan om die zelf daadwerkelijk ook uit te voeren. Deze cellen worden actief op het moment dat je iemand anders iets ziet doen en worden juist niet actief

wanneer je zelf iets doet. Deze cellen voorkomen dus dat je alles nadoet wat je ziet gebeuren. Het spiegelsysteem is actiever bij een eigen handeling dan bij spiegeling van andermans activiteiten. Dat heeft tot gevolg dat we onze eigen handelingen kunnen onderscheiden van die van anderen.<sup>(2)</sup> Wanneer we iemand zien lachen dan stimuleren de spiegelneuronen om ook te lachen. De anti-spiegelneuronen ‘herkennen’ dat het een ander is die lacht en remmen het signaal van de spiegelneuronen af om ook te lachen en we lachen dus niet altijd mee. (zie echopraxie pag.22).

Spiegelneuronen reageren niet alleen op het zien van beweging, maar ook op het *horen* ervan. De woorden “strek je rechterbeen” activeren dus delen van je brein die normaal gesproken ook betrokken zijn bij het strekken van je rechterbeen.

Bij de meeste gewervelde dieren impliceert het vermogen om de omgeving te exploreren, beslissingen te nemen (vooral in situaties van leven en dood) en allerlei andere acties te ondernemen, de activatie van spiegelneuronen. Zoals een wetenschapper het onlangs tijdens een symposium over leergedrag, stelde: ‘De ontdekking van spiegelneuronen is adembenemend en zo monumentaal dat niemand weet wat ermee aan te vangen. Deze neuronen hebben de beschaving mogelijk gemaakt. Ze zijn belangrijk voor de overdracht van bekwaamheden van de ene generatie naar de andere. Ze liggen ten grondslag aan empathie, imitatie, taalverwerving en de algehele ontwikkeling van ons brein.’<sup>(3)</sup> Maar ook begrippen als psychopathie, altruïsme, pupilsynchronisatie, antropomorfisme en de ontwikkeling van spraak, hebben een plaats binnen het gebied van de spiegelneuronen. Het onderzoek gaat kortom heel veel kanten op. Volgens sommigen zijn wetenschappers dan ook

zo'n beetje een 'theorie van alles' op het spoor. De Amerikaanse neuroloog Vilayanur Ramachandran aarzelt niet de 'big bang' van de menselijke ontwikkeling, zo'n vijftigduizend jaar geleden, aan de spiegelneuronen toe te schrijven. 'Ik voorspel dat spiegelneuronen voor de psychologie de betekenis zullen krijgen die DNA voor de biologie heeft', zei Ramachandran dan ook in een interview.

Zijn spiegelneuronen goed of slecht? In overeenstemming met Shakespeare kan gesteld worden dat spiegelneuronen: 'are good nor bad but people make them so'. Dat wil zeggen dat mensen via dit spiegelneuronensysteem een grote potentie hebben om goed te doen maar ook om kwaad aan te richten. Onderzoek suggereert dat het spiegelsysteem het sterkst werkt tussen mensen die emotionele banden hebben.

Omdat spiegelneuronen bij de waarneming van een handeling door een ander, het *gevoel* geven alsof je zelf die handeling uitvoert, begrijp je ook de *bedoeling* van die handeling. Als iemand reikt naar een appel, is het duidelijk dat hij die appel wil pakken. Het bewijs voor het idee dat spiegelneuronen zich minder bezighouden met de specifieke details van de handeling maar meer met het *doel* ervan, is afkomstig uit een ander onderzoek.<sup>(4)</sup> Apen werden getraind om met een omgekeerde tang kleine voorwerpen als pinda's en rozijnen op te pakken. Met een gewone tang moet de aap zijn vingers buigen om het voorwerp te pakken (de hand sluiten). Met de omgekeerde tang moet de aap zijn vingers spreiden om het voorwerp te pakken (de hand openen). De bewegingen die de aap uitvoert, zijn dus precies tegenovergesteld aan wat die van nature gewend is. Het bleek in het onderzoek dat de grijpende cellen die actief werden wanneer de aap de vingers

*boog* bij het gebruik van de gewone tang, nu ook actief werden wanneer de aap zijn vingers *spreidde* om met de omgekeerde tang voorwerpen te pakken. Dit onderzoek bevestigt dat spiegelneuronen zich meer bezighouden met het *doel (intentie)* dat we met onze handelingen nastreven, ‘pakken’, dan met de *manier waarop* we ons doel willen bereiken zodat het ons mogelijk maakt om de bedoelingen van anderen te begrijpen. Dit wordt mooi aanschouwelijk gemaakt bij een experiment waarbij proefpersonen een filmpje zagen van een hand die een theekopje grijpt dat op een keurig gedekte tafel staat. Er worden dan spiegelneuronen geactiveerd die met drinken te maken hebben. Als de arm in het filmpje naar hetzelfde theekopje reikt vanaf een rommelige tafel met kruimels en vieze servetten, worden bij de toeschouwer automatisch spiegelneuronen actief die met *opruimen* te maken hebben. Motorisch gezien is de grijphandeling hetzelfde, maar niet het doel dat de toeschouwer voor ogen heeft (jenzelf voeden met drank of afruimen van de tafel). De neuronen anticiperen blijkbaar op het resultaat; zij kunnen al voorspellen hoe het verder gaat. In de sociale omgang is dit heel belangrijk. Pure imitatie is zelden het doel; aanvullend reageren op andermans gedrag waarbij het resultaat telt, ligt veel meer voor de hand. Hoe adequaat ons handelen is in relatie tot het doel van ons handelen, blijkt dus afhankelijk van de situatie waarin een actie plaatsvindt.

Op neurologisch gebied komt één en ander tot uiting bij het functioneren van de breed- en *strikt congruente* spiegelneuronen. Bij de eerste categorie is er een globale overeenkomst tussen waargenomen en uitgevoerde handeling, of je met je vingertoppen iets pakt of met de hele hand, maakt niets uit.

Het gaat om het *pakken*. Wanneer iemand nog nooit heeft getennist dan zal die persoon eerst globaal de bal moeten raken via breed congruente spiegelneuronen voordat hij allerlei andere verfijndere bewegingen kan maken als topspin via strikt congruente spiegelneuronen. De breed congruente neuronen zijn dus nodig voor een nieuwe beweging en de strikt congruente neuronene dienen om de beweging nader te verfijnen. De auteur is dus tennisser!

Op deze manier is het dus mogelijk dat we via de spiegelneuronen een enorm scala aan gedragingen kunnen herkennen en delen. Zij dienen dus een sociaal proces.

### *Canonieke neuronene*

Lang voordat de spiegelneuronene werden ontdekt, was men al op het spoor gekomen van een ander soort cel, die het *canonieke* neuron werd gedoopt. Bij het *zien* van een voorwerp dat je zou kunnen vastpakken, beginnen onze hersens zich al voor te bereiden op hoe je het moet pakken, kleine greep voor een pincet en een grote greep voor een bijl. Maar tevens bereiden de neuronene zich ook voor (premotorisch) hoe je het moet *gebruiken*. Voor een hamer heb je een andere beweging nodig dan de zwaai van een bijl. Ze activeren dan al bij voorbaat een (premotor)programmaatje als je van plan bent op een spijker te slaan en een ander programmaatje als je met de bijl wil zwaaien. Een premotorprogramma bereidt spieren voor om een bepaalde beweging te gaan maken zonder die uit te voeren. Ze reageren dus alleen op de aanblik van een hamer zonder de handeling daarbij te betrekken wat de spiegelneuronene wel doen. Net als bij spiegelneuronene is dit een onbewust proces.

<sup>(5)</sup> Het is dus niet zo dat wij statisch afwachten wat er gaat

gebeuren: voortdurend werken onze hersens aan een mogelijk scenario op basis van informatie die we ontvangen. Je zou het kunnen zien dat canonieke neuronen je voorbereiden om een mogelijke handeling uit te voeren als je daar zin in hebt. Het is maar goed dat deze informatie niet bewust wordt ervaren, want dan zouden we voortdurend bekaf zijn. Canonieke en spiegelneuronen werken samen om een handeling tot een goed einde te brengen.

### *Spiegelneuronen bij dieren*

Onderzoek geeft het bestaan aan van spiegelneuronen voor gehoor en het maken van geluid bij zangvogels wat doet vermoeden dat deze cellen essentieel zijn voor het aanleren van zang bij deze dieren.<sup>(6)</sup> Ze lijken daardoor op mensen om via een soort taal, relaties aan te gaan en elkaar te herkennen. De vogeltaal heeft overeenkomsten met de menselijke spraak: beide zijn complex opgebouwd, worden geleerd door imitatie en hebben een communicatieve functie. Ondanks de evolutionaire kloof tussen mensen en zangvogels, vertonen de spraak en vogelzang sterke overeenkomst in de ontwikkeling van gebrabbel naar complexe (vogel)taal. De wisselwerking via imitatie met de ouders is hierbij ook van overwegend belang. Bij een grove analogie kan dit worden vergeleken met de ontwikkeling van het spraakcentrum van de mens (centrum van Broca). Wanneer het zangcentrum bij de vogel is beschadigd, gaat, net als bij de mens als het centrum van Broca is beschadigd (aphasie), de zang c.q. de taal verloren en ontstaat er gebrabbel op zang-en taalniveau tijdens de vroege ontwikkeling. Het onderzoek bij zangvogels heeft de kennis van spiegelneuronen belangrijk vermeerderd. Bij andere

dieren als olifanten, dolfijnen en honden zijn ook rudimentaire spiegelneuronen gevonden.

Er worden in de literatuur verschillen gerapporteerd tussen spiegelneuronen bij de aap en bij de mens. In tegenstelling tot de mens heeft de aap in zijn motorisch repertoire geen *geef-actie* die een aanvulling zou kunnen zijn op zijn *grijp-actie*.



*geef-en-neem activatie*

Dus bij het uitvoeren van zijn grijpbeweging van het voedsel dat hem door de experimentator wordt aangereikt, mag je niet verwachten dat er een overeenkomstige activatie is te zien bij de aap als hij zelf voedsel zou geven aan de experimentator. Daar heeft hij geen spiegelneuronen voor. Bij de mens daarentegen spelen wederkerige *geef-en-neem* situaties een grote rol die tegelijkertijd via de spiegelneuronen worden geactiveerd. Wanneer kinderen hun moeder met een lepel eten willen *geven*, openen de kinderen ook hun eigen mond alsof zij ook eten *krijgen*. Er vinden dan twee activiteiten plaats van de spiegelneuronen die te maken hebben met de eigen actie van *geven* en die van het *nemen*.

Een ander verschil met apen is dat spiegelneuronen bij mensen ook actief worden bij de observatie van bewegingen op zich,

zonder dat die beweging een gericht doel heeft om iets te pakken zoals wanneer men zich in de ogen wrijft.<sup>(7)</sup> Alleen heeft een dergelijke niet-objectgerichte beweging een *lager* activiteitsniveau van de spiegelneuronen dan wanneer er sprake is van een interactie met een object.<sup>(8)</sup> Bij apen is er echter een interactie tussen een *beweging* (hand, mond) met een object *noodzakelijk* om activiteit uit te lokken van de spiegelneuronen.<sup>(9)</sup> Interessant is verder dat apen geen spiegelactivatie laten zien bij persoon-persoon interacties maar alleen tussen persoon-object interacties zoals het zien dat een andere aap iets pakt. Dit beperkt voor een groot deel uiteraard de ontwikkeling van sociale vaardigheden en een vorm van cultuuroverdracht. Ofschoon veel neurologisch onderzoek aan spiegelneuronen bij apen zijn gedaan, moeten we ons wel realiseren dat de resultaten niet zo maar toepasbaar zijn op de mens.

### *Ontstaan van spiegelneuronen*

Men kan nog geen duidelijk antwoord geven op de vraag of een spiegelstelsel al vanaf de geboorte aanwezig is of dat het in de loop van het leven wordt aangeleerd.<sup>(10)</sup> Voor beide standpunten zijn argumenten aangevoerd. Het *genetische* argument dat spiegelneuronen aangeboren zijn, komt voort uit de observatie dat spiegelneuronen sterk verbonden zijn met imitatievaardigheden en imitatie al vanaf de geboorte aanwezig is zonder dat ze gelegenheid hebben gehad om het te leren.<sup>(11)</sup> Enkele van die imitaties gelden onder meer het uitsteken van de tong, de lippen vooruitsteken en met de lippen smaken. Deze acties worden echter al in de baarmoeder geoefend evenals de hand-mond beweging. Ze zijn dus al uitgerust met deze primitieve spiegelneuronacties als ze ter



wereld komen. Het is geen reflex als ze het imiteren omdat er enige tijd tussen zit tussen *zien* en *doen* wat het kenmerk is van spiegelneuronactiviteit. Na de geboorte kunnen ze de bewegingen die ze in de baarmoeder al maakten, *zien* en dat geldt vooral voor hun handbewegingen. Vandaar dat ze veel met hun handjes spelen en daarbij steeds meer de omgeving betrekken waarin hun handjes zich bewegen als voorloper op het herkennen van handen van anderen. Dit loopt weer vooruit op het herkennen en navoelen van acties van anderen wat zo eigen is aan spiegelneuronactiviteit. Pas als een baby zijn eigen grijpbeweging ziet gebeuren en het zelf lichamenlijk voelt, ontwikkelt het een spiegelneuron voor grijpbewegingen van anderen. Dit is wat de onderzoekers bedoelen met hun argumenten dat spiegelneuronen niet zijn aangeboren en zich pas ontwikkelen tijdens het leven.<sup>(12)</sup> Inderdaad wordt een kind niet geboren met een spiegelneuron voor tennissen. Zij zien het ontstaan van het spiegeleffect als een product van een leerproces dat ontstaat wanneer twee acties A (glimlach baby) en B (imitatie door ouder) aan elkaar gekoppeld worden. Als een baby naar zijn moeder kijkt en glimlacht, dan lacht de moeder terug. Op dat moment activeren de hersenen van de baby de eigen motorische actie van het glimlachen bij het zien glimlachen van iemand anders, hij imiteert de glimlach en dan ontstaat er een spiegelneuron voor glimlachen. Kinderen ontwikkelen zo spiegelneuronen voor gelaatsuitdrukkingen, omdat de ouders bij lachen of bezorgdheid bij pijn van de baby, dezelfde gelaatsuitdrukking van de baby nadoen. Bovendien wordt de baby zich gaandeweg bewust van een *zelf* versus een *ander* dat in een later stadium tot uiting komt door de herkenning van zichzelf in een spiegel. Spiegelneuronen ontstaan vanuit de

ervaring via observatie van een bepaalde actie bij een ander en die vervolgens via imitatie nadoen. Als voorbeeld moge tennis weer dienen. Door het te doen worden vaardigheden ontwikkeld en treedt er een sterkere spiegelreactie op bij het zien tennissen door anderen. Bovendien worden op deze wijze talloze nieuwe spiegelneuronen ontwikkeld.

In de hele discussie over het ontstaan van spiegelneuronen speelt ook nog mee dat er een soort van recycling van neuronen bestaat, waardoor in aanleg bestaande neuronen voor een ander doel geschikt gemaakt worden.<sup>(14)</sup> Ze verliezen hun originele functie, hoewel die wel blijft bestaan. In plaats van spiegelneuronen voor grijpacties met de handen ontstond er een nieuwe functie van sociaal leren en emoties begrijpen. We zullen dit later nog tegenkomen bij het ontstaan van de taal via gebaren door een nieuw gebruik van neuronen die oorspronkelijk ergens anders voor bedoeld waren.

Men kan dan concluderen dat het spiegelsysteem in rudimentaire vorm al aanwezig is vanaf de geboorte als een soort stamcel en kan worden uitgebreid door leerervaringen op het gebied van emoties en van verworven activiteiten. Het is een mix van aanleg en leren, maar het is nog onduidelijk wat het gewicht van elk van beide is.<sup>(13)</sup>

## IMITATIEGEDRAG VERSUS NABOOTSIING

Er is enige discussie over wat men precies moet verstaan onder imitatiegedrag en of dat ook bij dieren voorkomt.<sup>(15)</sup> Imitatie wordt onderscheiden van nabootsing. Imitatiegedrag is meer dan alleen maar het gedrag nadoen van anderen; het gaat om het aanleren van nieuwe vakkundigheden die nog geen deel uitmaken van het gedragsrepertoire van een soort, via observatie van acties die door anderen worden uitgevoerd.<sup>(16)</sup> In de ethologie wordt dit *ware* imitatie genoemd. Het leren door imitatie is pas geslaagd als de imitator hetzelfde doel bereikt als de geïmiteerde. Bovendien kan de imitator de imitatie op een later tijdstip herhalen als de geïmiteerde er niet meer is.<sup>(17)</sup> Het spiegelneuronsysteem verschaft de observeerder een motorische kopie van waargenomen acties bij anderen. Dus, het lijkt een ideaal mechanisme voor imitatie. Imitatie is interessant voor ontwikkelingspsychologen omdat het de basis vormt voor verbeelding, symboolvorming en dus communicatie bij het jonge kind. Neurologen hebben vastgesteld dat het menselijke brein een veel grotere imitatiecapaciteit vertoont dan dat van andere primaten. Apen zijn enkel in staat tot eenvoudige imitatie van een vaak herhaalde beweging die een doel beoogt, zoals het grijpen van een appel. Een imitatie van een beweging die geen *doel* beoogt (in de ogen wrijven) wordt niet geïmiteerd, terwijl complexe imitatie een unieke menselijke vaardigheid blijkt te zijn. Pantomime zal dan ook nooit in het spiegelsysteem van apen worden opgenomen omdat het bewegen *an sich* niet als doel wordt gezien en dus ook geen nut heeft voor overleving. De huidige opvatting is dat alleen