

Structuur van het geheugen

2.1 Zintuiglijk en kortetermijngeheugen – 8

2.2 Langetermijngeheugen – 9

2.2.1 Declaratief geheugen – 10

2.2.2 Non-declaratieve geheugen – 13

2.2.3 Autobiografisch geheugen – 14

2.2.4 Prospectief geheugen – 15

2.2.5 Metageheugen – 15

2.3 Neurale netwerkmodellen – 15

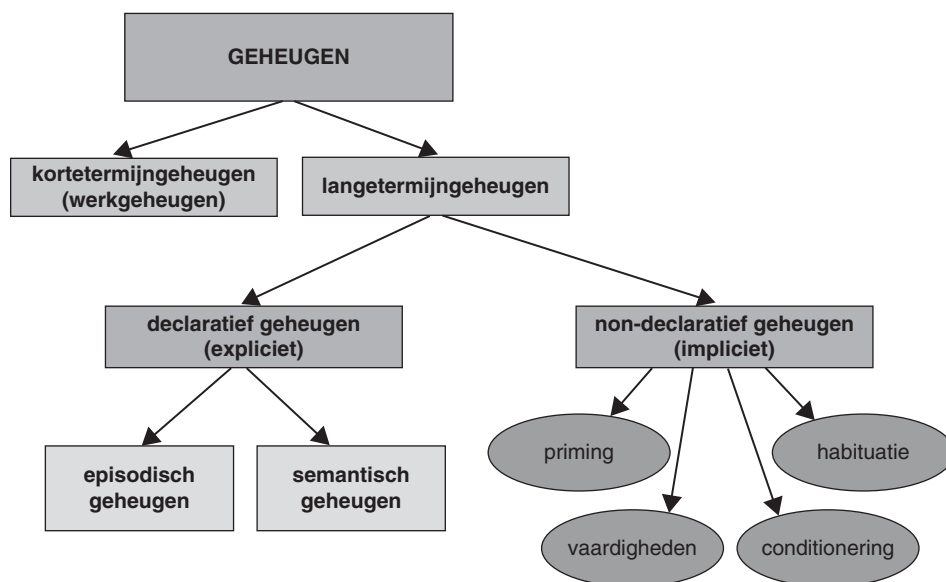
■ Inleiding

Men kan het geheugen opvatten als één groot netwerk en veel geheugentheorieën doen dat. Er zijn allerlei verschillende verschijnselen die suggereren dat er een scala is aan mechanismen, die niet makkelijk op een grote hoop, het geheugen, kunnen worden gegooid. Daarom is het gebruikelijk om het geheugen te representeren als een verzameling van deelsystemen, die allemaal zijn betrokken bij onderscheiden leer- en geheugenactiviteiten.

Het is onwaarschijnlijk dat het hier om echt op zichzelf staande systemen gaat, om evenzoveel geheugens. Veeleer moet men zich deze verzameling voorstellen als verschillende vormen waarin verbindingen worden gemaakt en verschillende manieren waarop informatie wordt ge(re)activeerd: het werkt net iets anders en daarom hebben bijvoorbeeld hersenletsels of laesies wel effect op het ene proces, maar niet op het andere. In dit hoofdstuk wordt de structuur van het geheugen toegelicht (■ figuur 2.1). In hoofdstukken daarna wordt dieper ingegaan op elk van die deelsystemen.

2.1 Zintuiglijk en kortetermijngeheugen

- Nog vóór informatie via de zintuigen in het kortetermijngeheugen terechtkomt, lijkt er al sprake van een vorm van geheugen, het zintuiglijk geheugen. Het gaat om het vasthouden van informatie gedurende een periode van ongeveer 200 tot 300 milliseconden. Naar deze zintuiglijke geheugens is slechts onderzoek gedaan voor visuele en auditieve stimuli, zodat we spreken over een iconisch (beeld)geheugen voor de visuele modaliteit en van echoïsch (geluid)geheugen voor de auditieve modaliteit. De andere modaliteiten zijn nagenoeg niet onderzocht.
- Het bekendste onderscheid is wel dat tussen kortetermijngeheugen en langetermijngeheugen.
- Het kortetermijngeheugen wordt in het hedendaagse onderzoek meestal aangeduid als werkgeheugen. Dit representeert de veranderde rol die men aan dit geheugen toekent: aanvankelijk werd het werkgeheugen gezien als een soort kladblaadje waar je snel even iets op kon noteren, dus als een tijdelijk opslagmedium. Nu denken we dat zich in het werkgeheugen juist allerlei cruciale denk- en beslisprocessen afspelen, waarbij tegelijkertijd informatie in geactiveerde toestand beschikbaar wordt gehouden.
- We gaan er vanuit dat er meerdere kortetermijngeheugens zijn om de verschillende soorten informatie te verwerken: in ieder geval lijkt er een kortetermijngeheugen te zijn voor verbaal materiaal, en een ander geheugen voor visueel-ruimtelijk (visuospatieel) materiaal.
- Zoals aangegeven, wordt er heel weinig onderzoek gedaan naar het onthouden van informatie die via andere zintuigen binnenkomt, zoals reuk of tast. Het ligt echter voor de hand dat ook voor die kanalen aparte geheugens beschikbaar zijn, al worden die dan in modellen niet apart benoemd.
- Zie ook ► H. 3.



■ **Figuur 2.1** Structuur van het geheugen.

2.2 Langetermijngeheugen

Er zijn verschillende indelingen voorgesteld die veel op elkaar lijken.

- Er zijn diverse voorstellen gedaan voor een onderverdeling van het langetermijngeheugen.
- Endel Tulving beargumenteerde in de zeventiger jaren van de vorige eeuw dat men een driedeling moest maken en poneerde de Triarchic theory. Hij onderscheidde *episodic autoanotic (self)*, *semantic noetic (formal knowledge)*, en *procedural anoetic (automatic skills)* waarbij hij, naast het type geheugen, ook iets beweerde over de aard van het bewustzijn dat daarbij aan de orde is.
- In de tachtiger jaren kwam Larry Squire met een iets andere indeling voor het langetermijngeheugen: het declaratief geheugen, waarbij hij onderscheid maakte tussen het semantisch en episodisch geheugen, en het non-declaratief geheugen, waarin hij het procedureel geheugen onderscheidde, conditionering en priming (deze begrippen worden in volgende hoofdstukken toegelicht). Deze indelingen zijn zeker niet uitputtend.
- Een andere dichotomie die vaak wordt gebruikt, spreekt van expliciet en impliciet. Als iemand mij vraagt om een lijst woordjes te leren of om gezichten te herkennen die kort daarvoor waren aangeboden, dan noemen we dat 'expliciet' leren. Wanneer informatie herhaaldelijk wordt aangeboden zonder dat mensen dat in de gaten hebben, blijken ze toch profijt te hebben van die eerdere aanbiedingen en dan is er sprake van 'impliciet' leren. Het onderscheid tussen expliciet en impliciet valt grotendeels samen met het onderscheid tussen declaratief en non-declaratief.

- Tulving stelde een lijst van 256 soorten geheugens op, met termen die hij in de literatuur was tegengekomen. Onderzoekers ‘verzinnen’ geheugens waar je bij staat, lijkt het wel. Men moet hier voorzichtig mee omgaan. Het gaat immers meestal meer om de verwerking van bepaalde soorten informatie of de verwerking op een bepaalde manier en niet om een specifiek gebied in de hersenen waar een geheugen ‘zit’.
- Bij de bespreking van de verschillende langetermijngeheugens volg ik min of meer de indeling van Squire en voeg daar nog wat aan toe, zoals het ruimtelijk geheugen en het autobiografisch geheugen.

2.2.1 Declaratief geheugen

- Het declaratieve geheugen gaat over zaken en gebeurtenissen die men overdag meemaakt. Die gebeurtenissen kan men opvatten als episodes en men spreekt dan ook wel over het episodisch geheugen. In de spreektaal doelt men in de regel op juist dit geheugen. Daarnaast wordt alle opgeslagen kennis gezien als een onderdeel van het declaratieve geheugen; dan spreekt men over het semantisch geheugen.

Episodisch geheugen

- Een episode bestaat uit de elementen van een gebeurtenis, maar ook uit de zogeheten contextelementen: informatie over tijd en plaats waarin de gebeurtenis zich afspeelt. Juist die contextelementen spelen een cruciale rol bij het weer ophalen van informatie: we zoeken bijvoorbeeld in ons geheugen naar een man die op dat tijdstip en op die plaats iets aan het doen was.
- Bepaalde zaken komen we herhaaldelijk tegen en daar speelt na verloop van tijd informatie over context een minder belangrijke rol. Onze kennis over hoe bepaalde objecten genoemd worden, kunnen we bijvoorbeeld zo opdiepen, zonder dat we kunnen zeggen wanneer iemand ons geleerd heeft om dat object zo te noemen. Men spreekt dan over het semantisch geheugen (zie verderop).
- Informatie komt via verschillende zintuigsystemen binnen en wordt daardoor op verschillende manieren gecodeerd of gerepresenteerd: de modaliteiten.
- Er zijn sterke aanwijzingen dat informatie van die verschillende modaliteiten op verschillende plaatsen in de hersenen wordt opgeslagen.
- We kennen ook het onderscheid tussen verschillende soorten informatie en de daarmee samenhangende geheugenvormen: een verbaal geheugen en een visueel of visueel-ruimtelijk geheugen.
- Het verbale geheugen wordt vooral in verband gebracht met de linkerhersenhalft (de hersenhalft die in de regel betrokken is bij taal) en het visueel-ruimtelijk geheugen doet vooral een beroep op de rechterhersenhalft.
- Veel van onze ervaringen zetten we om in verbale begrippen om zo met anderen over onze herinneringen te communiceren via taal. Het merendeel van het geheugenonderzoek betreft dan ook het opslaan en ophalen van woorden.

- Een belangrijk onderdeel van het visueel-ruimtelijk geheugen betreft het leren van routes: waar is de badkamer, hoe moet ik naar de bakker?
- Het leren van een route kan men doen door gebruik te maken van *landmarks*: bij de kerk moet je links. Bij het zien van de kerk, herken ik die kerk niet alleen als kerk, maar ook als aanwijzing voor welke kant ik op moet. In die zin gaat het hier om ruimtelijk geheugen.
- Maar mensen kunnen ook een gevoel voor richting hebben. Sommige dieren kunnen wonderlijk goed gebruikmaken van hun richtingsgevoel, denk maar aan de duiven die hun weg terugvinden zonder dat ze een landkaart raadplegen. Richtingen en afstanden kunnen we coderen en opslaan, los van markeringen. Hoe die codering van deze informatie precies verloopt, is nog onduidelijk.
- Volgens een bekende theorie op dit terrein van Stephen Kosslyn gebruiken we categorische codering (de bank staat links van de tafel), waarbij precieze plaatsen en afstanden geen rol spelen. Dit zou vooral een manier van coderen zijn waarbij de linkerhersen helft een rol speelt.
- Daarnaast is er een vorm van coderen die gebruik lijkt te maken van coördinaten, zoals we die kennen van een landkaart: elk stipje heeft zijn eigen coördinaten (lengte- en breedtegraad) en afstanden tussen objecten worden in absolute zin gecodeerd.
- Voor het maken van dergelijke codes gebruiken we een referentiesysteem. Ikzelf, de plek waar ik sta, zou uitgangspunt kunnen zijn ('de computer staat voor mij', ofwel egocentrisch) en objecten in de ruimte om mij heen kunnen dan met behulp van zo'n referentiesysteem een ruimtelijke code krijgen. Men kan ook een object lokaliseren ten opzichte van een ander object ('het boek op de computer', ofwel allocentrisch). Het is mogelijk dat er zelfs meerdere van die referentiesystemen gebruikt worden: we zouden kunnen uitgaan van het zwaartepunt van het lichaam, of van het hoofd.
- Het maakt natuurlijk wel uit waar ik precies ben als ik naar de bakker moet. Het blijkt dat route-informatie in het langetermijngeheugen afhankelijk is van de oriëntatie tijdens het leren. Als ik de weg naar de bakker alleen geleerd heb vanuit mijn eigen huis, en ik moet dan een keer vanuit een hele andere plaats naar de bakker, dan helpt die opgeslagen route-informatie mij weinig.
- Ruimtelijk leren gaat niet alleen over routes, maar ook over ruimtelijke informatie die is gekoppeld aan objecten. We kunnen iemand plaatjes van objecten laten zien en dan vragen welke objecten hij heeft gezien. We kunnen die objecten ook aanbieden op specifieke plaatsen in een matrix en daarna vragen om de objecten terug te zetten op de juiste plaats. Of we kunnen de matrix aanbieden met een aantal punten of markeringen in een aantal hokjes van de matrix en dan vervolgens in de lege matrix de specifieke plaatsen laten aanwijzen. In het laatste geval moet de persoon plaatsen onthouden. In het eerste geval moet hij ruimtelijke codes aan een object koppelen. Hier lijkt sprake te zijn van het leren van specifieke verbindingen, het leren van associaties tussen items (in dit geval object en plaats).
- We kunnen nog veel meer onthouden, zoals geur of muziek. Er wordt in onderzoek weinig aandacht geschonken aan andere modaliteiten dan verbale en visuele of visueel-ruimtelijke stimuli. Geheugenonderzoekers gaan er van uit dat het om an-

dersoortige informatie gaat, maar dat de processen van opslaan en ophalen op een soortgelijke manier zullen verlopen.

- Zie ook ► H. 4.

Semantisch geheugen

- Naast het geheugen voor gebeurtenissen of episodes kennen we het semantisch geheugen, het geheugen voor feiten en kennis.
- Een belangrijk aspect van dit geheugen is het leren van begrippen, waarbij taal een cruciale rol speelt.
- Het is ook van belang zich te realiseren dat het bij geheugen ook altijd gaat om de betekenis van een bepaalde situatie voor een bepaalde persoon.
- Als we er van uitgaan dat ons geheugen op het moment van geboorte nagenoeg leeg is (dit lijkt onwaarschijnlijk, want ook in de baarmoeder kunnen kinderen al prikkels registreren) en dat het geheugen gevuld wordt door gebeurtenissen die via de zintuigen tot ons komen, hoe kunnen we dan weten wat 'de evenaar' is? Gebeurtenissen zijn concreet, concepten of begrippen zijn abstract. Er zijn twee opvattingen over dit vraagstuk: de ene opvatting stelt dat er geen abstracte concepten zijn. Het begrip hond is een abstract begrip, want we zien nooit een 'hond', maar altijd een hond met zijn eigen specifieke kenmerken qua grootte, vacht, vorm van de kop en dergelijke. 'Hond' is slechts een woord dat we in de loop van onze ontwikkeling geassocieerd hebben met dieren die bepaalde kenmerken hebben. Dieren met bepaalde gemeenschappelijke kenmerken vormen een categorie; dieren van een andere categorie kunnen wel kenmerken gemeenschappelijk hebben met die categorie, maar de overlap in kenmerken met andere dieren is groter en daarom horen zij tot een andere categorie, bijvoorbeeld de categorie 'kat'. Volgens deze opvatting zijn er in ons geheugen alleen zintuiglijke representaties van alle honden die we in ons leven zijn tegengekomen, geen aparte, abstracte representaties van concepten (wel van het woord natuurlijk, maar dat is geen concept).
- Daartegenover staat de opvatting dat er wel degelijk zoiets is als een aparte knoop in het netwerk die abstracte, conceptuele informatie representeert. Volgens die opvatting worden bij het begrip hond allerlei zintuiglijke elementen geactiveerd, maar wordt de gemeenschappelijkheid, het lidmaatschap van een hogere-orde-categorie, apart gerepresenteerd. De zintuiglijke informatie is gerepresenteerd in de hersenen op de plaatsen waar de zintuigen verbonden zijn aan de hersenschors, de abstracte of conceptuele elementen zijn gelegen in de temporale schors.
- Taalverwerving is een belangrijk onderzoeksgebied voor ons inzicht in de structuur en werking van het geheugen. Behavioristen, Skinner voorop, beweerden dat we al ons gedrag zouden kunnen verklaren als we maar zouden achterhalen hoe stimulus-responskoppelingen ontstaan. De Amerikaanse linguïst Noam Chomsky stelde de vraag hoe kinderen dan leren om grammaticaal correct te leren spreken. Volwassenen kunnen grammaticaal correcte zinnen produceren, maar kunnen niet altijd de onderliggende grammaticale regels verwoorden. Zo leren ze ook de taal niet aan hun kinderen. Integendeel: moeders spreken juist vaak een apart taaltje met hun baby en

daar kan een baby moeilijk de correcte grammatica uithalen. De ontwikkeling van de taal van een kleuter volgt niet de taalinput waarmee de kleuter wordt geconfronteerd. Dat bracht Chomsky tot de stelling dat wezenlijke aspecten van de taal, zoals de grammatica, niet via stimulus-responsregels geleerd kunnen worden. Er moest volgens hem sprake zijn van een aangeboren grammatica, die zich kan ontplooien. Hij veronderstelde ook dat dit een universele grammatica moest zijn, die in staat was om zich aan te passen aan de taalomgeving waarin het kind terecht kwam: talen hebben dan wel verschillende grammatica's, maar die zouden in essentie terug te voeren zijn op nog baselere, universele regels.

- Er is echter veel onderzoek dat laat zien dat een grammatica niet expliciet aangeleerd hoeft te worden. Mensen leren regels gebruiken zonder dat ze precies beseffen om welke regels het gaat. Dit wordt onderzocht door gebruik te maken van artificiële grammatica's, die door onderzoekers zelf gecreëerd worden. Het blijkt dat mensen die regels leren hanteren en volgens die regels kunnen leren reageren, maar dat ze de regels niet kunnen verwoorden, ofwel expliciteren. De regels zouden dan impliciet geleerd zijn, waarmee ze kunnen vallen in de categorie non-declaratief geheugen.

2.2.2 Non-declaratieve geheugen

- Het begrip non-declaratief is een vreemd begrip: het geeft vooral aan wat het *niet* is, niet waar het in essentie om gaat.
- Het non-declaratieve geheugen betreft meer het geheugen van bepaalde vaardigheden of aangeleerde reacties. Prikkels roepen reacties op zonder dat in het geheugen gezocht moet worden naar de juiste respons.
- In deze categorie van geheugenprocessen worden meerdere vormen onderscheiden: *skills* (vaardigheden), *conditioneren*, en *priming*.

Skills

- Bij skills (vaardigheden) moet men denken aan vaardigheden zoals fietsen of bridgen. Het fietsvoorbeeld maakt goed duidelijk dat we weten *hóe* we het moeten doen, maar niet echt kunnen uitleggen *wát* we nu precies doen. In die zin is de informatie niet toegankelijk voor ons bewustzijn. Maar dat is niet altijd zo.
- Een vaardigheid moeten we eerst aanleren en in die fase zijn we vaak wel bewust bezig om de reeks van handelingen uit te voeren. Pas na enige tijd, als we de basis onder de knie krijgen, kunnen we het steeds beter 'op de automatische piloot' doen. Sterker, als we proberen om in te breken in de automatische procedure, gaat het meestal mis. Als door bepaalde oorzaken, bijvoorbeeld hersenaandoeningen, automatismen verloren gaan, moeten we weer meer nadenken bij wat we doen en dat kan heel vermoeiend zijn.
- Bij skills denkt men vlug aan motorische vaardigheden, maar kaarten is niet alléén een motorische vaardigheid. De essentie van bridgen is immers niet dat men de kaarten mooi op de tafel kan leggen, de essentie is dat er allerlei regeltjes zijn waarmee men rekening kan houden, met als doel zoveel mogelijk slagen te halen. Bij skills gaat

het om productieregels of als-danregels: in deze situatie moet je dit doen. Bij overleren van deze regels worden het automatismen. Als iets goed is aangeleerd, gaat het vanzelf goed en daarom oefenen topsporters veel.

- Zie ► H. 6.

Conditioneren

- Een andere vorm van non-declaratief geheugen komt tot uiting in het stimulus-responsleren of conditioneren, zowel het klassiek als het instrumenteel conditioneren. In beide vormen gaat het erom dat een bepaalde situatie tot een respons leidt.
- Meestal wordt verondersteld dat de respons vanzelf wordt geactiveerd, ofwel gegeneerd. Maar er zijn aanwijzingen dat ook hier sprake is van enig bewustzijn bij het leren.
- Zie ► H. 5.

Priming

- Tot slot rekent men priming tot het non-verbaal leren. Priming kun je opvatten als activeren. Iets in het geheugen wordt al geactiveerd, waardoor in een later stadium het gedrag door die geactiveerde toestand versneld of beïnvloed wordt.
- Het begrip priming komt men tegenwoordig in verschillende onderzoeksparadigma's tegen. Een al langer bekend verschijnsel is beschreven bij woordherkenning: het woord 'bakker' zal sneller worden herkend als net daarvoor heel kort het woord brood is aangeboden: de activatie van het woord brood spreidt zich uit naar items in het netwerk die aan brood geassocieerd zijn. Deze activatie duurt kort (enkele honderden milliseconden) en zorgt ervoor dat het taalverwerkingsproces sneller verloopt.
- Een andere vorm van priming vindt men in de literatuur over geheugenstoornissen. Wanneer men iemand een lijst woorden laat zien en beoordelen op bijvoorbeeld het voorkomen van bepaalde letters en dan vervolgens als nieuwe taak aanbiedt om een letterreeks af te maken tot een woord, dan zal de persoon een letterreeks die past bij een kort tevoren aangeboden woord sneller afmaken dan een letterreeks die niet past bij een eerder gezien woord.
- Ten slotte komt het begrip priming voor in sociaal-psychologische literatuur. Door iemand enige tijd in een bepaalde stemming te brengen, het gevoel van succes, kan het gedrag van die persoon in een andere, schijnbaar losstaande situatie door dit gevoel beïnvloed worden. Het gaat hier dan niet om specifieke representaties die al geactiveerd zijn, maar meer om een stemming, een algemene attitude ten opzichte van een situatie. In die zin past dit verschijnsel minder goed in het schema in ■ figuur 2.1. Hier lijken toch andere mechanismen een rol te spelen.

2.2.3 Autobiografisch geheugen

- De laatste jaren is de term autobiografisch geheugen in zwang gekomen. Men doelt daarmee op het langetermijngeheugen voor gebeurtenissen die specifiek aan de persoon gebonden zijn. Ik maak van alles mee, ik lees kranten, luister naar de radio en

kom via kennissen van alles te weten over allerlei gebeurtenissen. Een deel van die gebeurtenissen kan ik me later herinneren. Een deel van die gebeurtenissen onderga ik echt zelf als persoon. Die laatste gebeurtenissen zouden speciaal in het langetermijngeheugen gemarkeerd zijn als ‘verbonden’ aan het ‘ik’ (*self* in Engelstalige literatuur).

- Het begrip autobiografisch geheugen impliceert dat we onze alledaagse ervaringen niet opslaan als een verzameling losse episodes, maar dat ervaringen op meer georganiseerde wijze worden opgeslagen, aan de hand van zogeheten thema's.
- Daarbij kan men denken aan familie, woonplaats, werk en hobby's. Op die manier is het mogelijk om een rode draad in je leven te zien en plannen te maken voor de toekomst. In het algemeen kan men stellen dat het autobiografisch geheugen op een soortgelijke wijze werkt als het episodisch geheugen.
- Voor het autobiografisch geheugen zijn geen specifieke hersengebieden bekend.

2.2.4 Prospectief geheugen

- In de onderverdeling declaratief en non-declaratief geheugen wordt in het algemeen niet het prospectief geheugen genoemd. De term prospectief geheugen hanteert men wanneer iemand moet onthouden dat hij in de toekomst iets moet doen, zoals bijvoorbeeld bij het koken: als de aardappelen gaar zijn, moet het vuur uit, anders gaat het mis.
- Ook al lijkt het onthouden voor de toekomst iets anders te zijn, toch is het niet nodig om te veronderstellen dat hier sprake is van een ander geheugensysteem. Waarschijnlijk gebruiken we het declaratieve, episodische geheugen ook voor het onthouden van de toekomst. Wanneer iemand problemen krijgt met zijn episodisch geheugen, komen ook prospectieve geheugenproblemen naar voren.

2.2.5 Metageheugen

- Er is nog een ander geheugen dat niet in dit schema is opgenomen: het metageheugen of metamemory. Niet alleen kunnen we ons iets herinneren, we weten ook dat we ons iets herinneren, dat we het ons goed of verkeerd herinneren, en dat ons geheugen wel of niet goed werkt of minder wordt. Bij geheugenonderzoek kan het metageheugen bestudeerd worden door vragen over het geheugen te stellen: of het goed werkt, of men veel moeite doet om de juiste herinnering terug te vinden en dergelijke. Strikt genomen is het metageheugen geen onderdeel van het geheugen; het is geen geheugenproces.

2.3 Neurale netwerkmodellen

We hebben in dit hoofdstuk allerlei soorten geheugens de revue zien passeren. Men krijgt dan al snel het idee dat de geest, het geheugen, is opgedeeld in hokjes, met voor elke functie een apart hokje en bijgevolg een apart stukje hersenen. Dat idee is niet juist. Vooral onder-

zoekers die proberen om menselijke functies na te bootsen op de computer ('kunstmatige intelligentie') hebben laten zien dat de organisatie of de structuur in het geheugen niet vooraf is gegeven, maar het gevolg is van de wijze waarop we het geheugen gebruiken en waarop informatie wordt opgeslagen in het geheugen. Dergelijke onderzoekers maken gebruik van zogeheten neurale netwerken.

- Neurale netwerken zijn computermodellen die gebruikt worden om cognitieve functies in het algemeen en meer specifiek ons geheugen na te bootsen.
- Met neurale netwerken kan men allerlei cognitieve functies nabootsen, zoals waarne-
men, taalgedrag of de sturing van acties.
- Het netwerk bestaat uit knopen en verbindingen tussen knopen, ongeveer zoals in
onze hersenen.
- Er zijn geen gespecialiseerde modules of routines die aparte berekeningen maken.
Alle informatie die nodig is om bij een bepaalde prikkel een bepaalde respons te ge-
nereren, is vastgelegd in deze netwerkstructuur.
- Het systeem leert op basis van *trial-and-error*. Leren betekent in dit verband dat
bepaalde verbindingen versterkt worden. Op den duur ontstaan zo combinaties van
verbindingen tussen knopen of elementen, die een bepaalde input representeren.
- Neurale netwerken kunnen heel krachtig zijn: ze kunnen heel veel, bijvoorbeeld
gezichten herkennen. Dat ze zoveel kunnen, laat zien dat het niet nodig is om voor
allerlei aspecten aparte regelsystemen te veronderstellen.
- Een nadeel van een dergelijke benadering is dat we niet goed kunnen overzien wat
er in feite in het leerproces gebeurt, waarom het netwerk verandert op de manier
waarop het verandert. We weten het in algemene zin, maar niet voor een concrete sti-
mulus: we kunnen niet uitleggen waarom juist bij de ene knoop de verbinding sterker
wordt en niet bij een andere.

Wat elke professional over het geheugen moet weten

Eling, P.A.T.M.

2014, XIV, 116 p. 11 illus., Softcover

ISBN: 978-90-368-0742-5