

Remko Scha

Institute for Logic, Language and Computation
Universiteit van Amsterdam

Wat is het medium van het denken?

Samenvatting

Er is in de psychologische literatuur al lange tijd een debat gaande over het “medium” van de onbewuste processen die ons denken constitueren: worden daar beelden gemanipuleerd of abstracte, taal-achtige symbolen? Dit artikel reflecteert op een kritische manier op dit debat. Het stelt het categorisch onderscheid tussen “visuele” en “abstracte” representaties ter discussie: “abstracte” symbolen zijn abstracties van mentale “beelden”. Anderzijds mogen mentale beelden allerminst met echte “plaatjes” vereenzelvigd worden. De conclusie is dat zowel “abstracte” als “visuele” denkprocessen gebruik maken van representaties die in wezen visueel/spatieel van aard zijn.

1. Representaties.

Denkprocessen zijn de mentale processen die tussen perceptie en handelen mediëren, wanneer de connectie tussen die twee niet onmiddellijk van aard is. (In het andere geval spreken we van “reflexen”.) Denkprocessen worden gerealiseerd door middel van neurale activatie-patronen in het brein. De cognitie-wetenschap gaat er van uit dat ze ook op een hoger niveau van abstractie beschreven kunnen worden, dat dichterbij zit van onze intuïtieve, pre-wetenschappelijke veronderstellingen over de menselijke geest. Meestal wordt er nog een andere aanname gemaakt: dat het denken bestaat uit *bewerkingen* (vergelijking, combinatie, transformatie, etc.) die uitgevoerd worden op *data* (representaties van taferelen, objecten, situaties, taal-uitingen, etc.). Tegen deze achtergrond rijst dan de vraag: wat voor representaties gebruikt het denken?

We weten niet helemaal zeker of dit de juiste vraag is. Het harde onderscheid tussen processen en data dat we kennen van de digitale computers is in het menselijk brein veel minder goed aanwijsbaar. Er zijn daarom onderzoekers zoals Brown (1988) die het onderscheid fundamenteel ter discussie stellen. Brown meent dat mentale processen zelf weer bestaan uit mentale processen, en dat er helemaal geen substraat is waar die op opereren: nergens in het brein vinden we “representaties” van wat dan ook. Wat we voor representaties aanzien, zijn slechts fragmenten van continue processen, die op geen enkele manier intrinsiek verschillen van de andere mentale processen.

Brown heeft misschien wel gelijk. Desondanks kan het redelijk zijn om aan sommige mentale deelprocessen een object-achtige status toe te kennen — als zulke processen zich van de andere deelprocessen onderscheiden door hun relatieve stabiliteit. Zulke "ding-achtige" processen, die een data-achtige *functie* hebben, kennen we uit onze bewuste ervaring: ze treden op als je een verbale formulering "in gedachten" hebt, of een beeld "voor je geestesoog". Spelen soortgelijke "representaties" dan ook een significante rol in onze onbewuste cognitie? Sigmund Freud dacht van wel, en de hedendaagse cognitiepsychologen ook. Calvin (1996) meent zelfs een voortdurende concurrentie-strijd tussen talrijke onbewuste beeld-representatie-procesjes in ons brein betrappt hebben. De aanname dat er één of ander soort representaties in het spel moet zijn, is in elk geval onvermijdelijk als we de menselijke geest op een niet-neurologisch, functioneel niveau willen analyseren.

Er bestaan treffende demonstraties van intelligent-lijkende machines die helemaal geen interne representaties van waargenomen situaties of voorgenomen handelingen gebruiken (Braitenbach, 1984; Brooks, 1991). Zulke machines doen echter nooit meer dan (al of niet doelgericht) rondrijden of rondlopen. Wie ze zodanig probeert uit te breiden dat ze ook taal kunnen gaan leren, gaat hun elektronische breinen wel degelijk voorzien van expliciete representaties van waarnemingen en taal-uitingen (cf. Steels 1995, 2003).

We komen nu dus terug op de vraag: wat voor representaties zijn dat dan? Beeld, taal, of nog iets anders?

2. Logische formules

Het idee dat het denken niet gebeurt met taal en niet met beeld maar met iets abstracters, is de laatste decennia verrassend populair. Een belangrijke invloed lijkt hierbij uitgegaan te zijn van computer-programma's die kunnen "redeneren" met behulp van logische formules.

De inferentie-regels van de mathematische logica formaliseren het begrip "valide redenering". En dat begrip staat voor de rechtgeaarde logicus volledig los van de empirische psychologie; het heeft een veel abstracter, zuiver normatief karakter. De logica heeft dus niet de bedoeling om uitspraken te doen over de werking van de menselijke geest — niet over de manier waarop die zijn kennis representeert, en niet over de manier waarop die kennis tot stand komt. Toch zijn er onderzoekers die de menselijke geest wel degelijk beschouwen als een logische redeneer-machine.

Bij Herbert Simon (1969) hangt dit standpunt samen met een volledige miskennis van het onbewuste karakter van de mentale processen. Hij is een introspectionist voor wie "*denken*" synoniem is met "*bewust, opzettelijk, logisch redeneren*". Voor de vraag die ik in dit artikel aan de orde wil stellen, zijn Simon's opvattingen dus niet zo relevant. Van de meeste denkprocessen zijn we ons niet bewust. De vraag naar het representationele substraat van het denken gaat niet over de redeneringen waarmee iemand zijn standpunten rechtvaardigt, en ook niet over de ideetjes die hij rapporteert tijdens het

oplossen van een moeilijke puzzel. Het gaat om de fundamenteelere, onbewuste processen die aan zulk gedrag ten grondslag liggen.

De filosoof Zenon Pylyshyn (1984) is veel minder naïef dan Simon, en hij erkent wel degelijk het onbewuste karakter van onze mentale processen. Toch verdedigt hij met veel vuur een minstens zo radicale logicistische ideologie: hij meent dat *alle* denkprocessen bestaan uit redeneringen in termen van symbolische expressies van een interne, logica-achtige code — de "*Language of Thought*", oftewel het "*mentalese*".¹ Zelfs de visuele beelden die ons geestesoog meent te zien zouden simulaties zijn, gebaseerd op kennis die in het "mentals" gerepresenteerd is. Pylyshyn onderbouwt dit idee echter niet met empirische argumenten. Zijn standpunt is uitsluitend gebaseerd op methodologische preconcepties die, zoals Rollins (1989) laat zien, nogal willekeurig van aard zijn.

Een complexere variant van deze benadering vinden we bij de taalpsycholoog Steven Pinker (1997). Pinker erkent, in de traditie van Paivio, een repertoire van perceptueel gemotiveerde mentale representaties (visuele, fonologische, grammaticale). Maar daarnaast postuleert hij een abstracte, modaliteit-onafhankelijke, *Language of Thought*, die we herkennen uit de betogen van Fodor en Pylyshyn. (Cf. pp. 89-90.) En dan claimt hij het primaat van het propositioneel redeneren. Zelfs onze visuele associaties worden volgens Pinker geïmplementeerd door een logisch redeneerproces:

"And our visual memory could not very well be a shoebox stuffed with photographs, either. There would be no way to find the one you need without examining each one to recognize what's in it. (Photo and video archives face a similar problem.) Memory images must be labeled and organized within a propositional superstructure, perhaps a bit like hypermedia, where graphics files are linked to attachment points within a large text or database." [pp. 294-295]

Pylyshyn en Pinker zoeken hun inspiratie bij de logica. Ze menen te weten dat onze mentale representaties abstract, gestructureerd en ondubbelzinnig zijn, en dat ze daarom een soort logische taal moeten vormen. Verder zijn ze er niet erg duidelijk over. Wel vinden ze het vanzelfsprekend dat deze uitdrukkingen niets gemeen hebben met interne beelden. Want in hun opvatting zijn beelden niet abstract, gestructureerd en ondubbelzinnig — ze zijn concreet, amorf en ambigu. Ook worden de zinnen van de "*Language of Thought*", net als die van de de logica, geacht proposities te representeren. Beelden, daarentegen, corresponderen meestal met dingen of met situaties.

Maar wat bedoelen we eigenlijk met een "beeld"? De filosofische discussie hierover wordt in het Engels gevoerd; men gebruikt meestal het woord "*image*". Niet iedereen verstaat daar hetzelfde onder, maar het is eenvoudig te raden hoe Pylyshyn en Pinker er tegenaan kijken. Uit de eigenschappen die ze aan een "*image*" toeschrijven, blijkt dat ze denken aan een ongeïnterpreteerde, ongestructureerde pixelconfiguratie — een foto of zoiets, een "plaatje" zoals dat in de externe, materiële wereld kan bestaan. Maar als een mens iets ziet of zich iets voorstelt, en we zeggen dat in diens geest zich een "beeld" gevormd heeft, dan bedoelen we daar niet een *snapshot* mee; dan bedoelen we een visuele Gestalt met een welbepaalde structuur.

¹ Deze terminologie is afkomstig van Fodor (1975).

Als we goed beseffen wat Pylyshyn en Pinker bedoelen met een "*image*", kunnen we het makkelijk met ze eens zijn dat mentale representaties daar niet veel mee gemeen hebben. Tegelijk is dan duidelijk dat ze helemaal geen uitspraak doen over de vraag hoe beeldachtig of tekstachtig de mentale representaties zouden kunnen zijn. Hun standpunt is niet onjuist maar wel flauw.

Onze mentale representaties moeten inderdaad gestructureerde objecten zijn, die door middel van zinvolle operaties met elkaar in verband gebracht kunnen worden. Als we willen weten in welke mate die representaties lijken op visuele Gestalten, gedesambigueerde zinnen, of logische formules, dan moeten we proberen uit te vinden welke operaties mensen wel of niet op deze representaties kunnen uitvoeren. Inzichten daarover hoeven niet uitsluitend uit psychologische experimenten te komen. Ook linguïsten, logici en informatici kunnen relevante informatie opleveren of inspiratie bieden.

3. "*Dual Coding*"

Onze bewuste ervaring suggereert op een onontkoombare manier dat het brein in staat is om allerlei vormen van "virtuele" input en output te genereren: mentale beelden, imaginaire geluiden, onuitgevoerde handelingen, onuitgesproken zinnen. Dit is niet alleen een subjectieve illusie. Psychologische experimenten en neurologische metingen wijzen uit dat onze subjectieve ervaring van de "modaliteit" van een bewuste gedachte (visueel of auditief of handelings-gericht, al of niet verbaal, etc.) inderdaad correleert met ons gedrag bij echte input of output, en met de activatie van de betreffende sensorische of motorische gebieden van het brein. (Cf. Carter, 1998.)

De bewust ervaren beelden, geluiden en teksten lijken flarden te zijn die opduiken uit een veel grotere zee van onbewuste mentale representaties die op elk moment de toestand van onze geest bepalen. Dat suggereren onze subjectieve ervaringen, en de uitkomsten van de psychologische *priming*-experimenten bevestigen het. Als ik kijk, of als ik iets visueel probeer te bedenken, gaan er waarschijnlijk razendsnel heel veel beelden door mijn hoofd waar ik me niet van bewust ben. Het netto effect van wat mijn brein dan doet is in elk geval moeilijk anders te beschrijven.² Idem met geluiden, muziekfragmenten, teksten. Maar veel van onze cognitieve processen gaan niet over één specifieke modaliteit: besluiten wat je morgen gaat doen, een theorie verzinnen, een schaakpartij of een voetbalwedstrijd spelen. Wat gaat er dan door je hoofd? Beeld *en* geluid *en* tekst *en* "motor-maps"?

² Eigenlijk moet ik hier niet het woord "beelden" gebruiken, want "onbewuste beelden" zijn nog slechts "*proto-beelden*" — het zijn beelden *in statu nascendi*. En we weten niet wat voor eigenschappen deze dingen hebben als ze nog niet bewust zijn — we weten slechts dat het beelden worden als ze in het *hold-register* van het bewustzijnsproces terechtkomen. (Het kan b.v. heel goed gaan om fragmenten of abstracties van beelden, maar ook om minder makkelijk voorstelbare dingen.) Ik zal desondanks het woord "beelden" blijven gebruiken in een slordige, brede betekenis van dat woord, die de "proto-beelden" omvat; dat is beter in overeenstemming met het onnauwkeurige en tentatieve karakter van mijn speculaties hierover.

Dat is inderdaad wat Allan Paivio (1971) suggereert, op grond van een indrukwekkend overzicht van empirische literatuur over cognitieve processen, waarin de belangrijke rol van visuele representaties naar voren wordt gebracht. Volgens Paivio bestaan er in de menselijke geest naast elkaar twee verschillende representatieve systemen ("*dual coding*"): het ene gebruikt verbale representaties, het andere gebruikt beelden. Het begrip "*beeld*" vat Paivio in navolging van Piaget en Bruner nogal breed op: het omvat niet alleen visuele beelden maar ook representaties van bewegingen en handelingen. En met nadruk wordt gesteld dat bij complexe cognitieve taken heel goed *beide* representatieve systemen betrokken kunnen zijn.

Je kunt je afvragen waarom verbale representaties *geen* "beelden" zijn in Paivio's brede zin van dat woord — waarom er zo'n categorisch onderscheid wordt gemaakt tussen verbale representaties en de rest. Verbale representaties onderscheiden zich van andere "beelden" doordat ze sequentieel van aard zijn (dat hebben ze b.v. gemeen met muziek), en doordat ze uit discrete symbolen bestaan (dat hebben ze b.v. gemeen met logische formules). Het ligt dan voor de hand dat het menselijke vermogen tot rationeel redeneren gekoppeld is aan de verbale representaties. Op dit idee kom ik later nog terug.

4. De les van de Kunstmatige Intelligentie.

In de Kunstmatige Intelligentie proberen we computer-programma's te ontwikkelen die de cognitieve vaardigheden van de mens evenaren of overtreffen. Dat lukt met wisselend succes: voor sommige taken is dat heel makkelijk, voor andere vrijwel onmogelijk. De capaciteiten van mensen en computers lijken nogal complementair te zijn. Aan de ene kant zijn er waarnemings-taken, gericht op de classificatie van sensorische data. (Bijvoorbeeld: visuele herkenning.) Mensen zijn daar heel goed in, maar de capaciteiten van computer-programma's op dit gebied zijn nog steeds erg beperkt. Aan de andere kant zijn er formele taken, die nauwkeurig gedefinieerd zijn in termen van een expliciet gegeven systeem. Daarin excelleren computers door hun snelheid en precisie, terwijl mensen het al gauw laten afweten. Aritmetische opgaven zijn het meest notoire voorbeeld hiervan. Andere belangrijke vaardigheden in deze categorie zijn het *uitputtend* doorzoeken van eerder opgeslagen data, en het *exact* reproduceren daarvan.

Deze verschillen tussen de menselijke vermogens en die van de computer zijn niet toevallig; ze zijn een onmiddellijk gevolg van makkelijk observeerbare verschillen in de aard van de computationele processen die zich in beide soorten systemen afspelen. De huidige digitale computer representeert zijn kennis in de vorm van statische data-structuren, en beschikt over een processor die welgedefinieerde formele operaties op deze data kan uitvoeren. Aritmetische en logische operaties zijn voor zo'n systeem triviaal, maar waarnemings-processen kunnen alleen uitgevoerd worden wanneer ze in aritmetisch/logische termen gearticuleerd zijn. Dat laatste is moeilijk, en leidt tot extreem tijdrovende processen ("combinatorische explosies").

Bij de mens is het andersom: de hardware-structuur van ons brein is zeer geschikt voor het uitvoeren van gedetailleerde visuele en auditieve analyses. Bovendien zijn

waarneming en geheugen volledig geïntegreerd: al iemands eerdere ervaringen spelen mee bij de analyse van diens huidige input. Dat resulteert in een fantastische functionaliteit op het gebied van visuele en auditieve herkenning. Het nadeel is echter, dat onze eerdere ervaringen niet *rechtstreeks* toegankelijk zijn; we zijn overgeleverd aan associatieve processen die we niet onder controle hebben. Het is voor een mens in zekere mate mogelijk om aritmetische en logische operaties te implementeren door opzettelijk zijn associatieve processen te manipuleren. Maar die operaties worden dan relatief langzaam uitgevoerd, en slordig.

Samengevat: De computer is een *symbool-manipulatie-machine* waar je met veel moeite ook gebrekkige waarnemings-processen op kunt implementeren. De mens is een *perceptie-machine* die met veel moeite ook in staat is tot gebrekkige symbool-manipulatie-processen.

De opvattingen van Pylyshyn en Pinker die ik in de vorige sectie beschreef worden tegen deze achtergrond erg onplausibel. Als de meest elementaire bewerkingen in de menselijke cognitie formele redeneerstappen zouden zijn, en de meest elementaire representaties logisch-achtige formules, dan is de complementariteit van de menselijke en computationele capaciteiten onverklaarbaar.

Ik wil het daarom helemaal in de tegengestelde richting zoeken. We moeten de waarneming centraal stellen, en erkennen dat ook formeel en logisch lijkend menselijk cognitief gedrag door middel van waarnemings-achtige processen geïmplementeerd moet zijn.

5. Woorden.

Het denken manipuleert met "begrippen". De vraag naar het substraat van het denken is dus de vraag naar de aard en de interne representatie van deze begrippen. Sommige begrippen lijken "elementair": ze hebben geen duidelijk aanwijsbare interne structuur, en kunnen opgeroepen worden door een enkel woord: "rood", "stoel", "meisje". Andere, wellicht nog elementairdere begrippen zijn concrete visuele of auditieve herinneringen. Gebruikmakend van de elementaire begrippen kun je complexe begrippen construeren, die (soms) gearticuleerd en gecommuniceerd kunnen worden door middel van zinnen of teksten of visuele diagrammen.

Hoe worden begrippen gerepresenteerd? Laten we eerst de woordbetekenissen beschouwen (de *lexicale* begrippen), en ons daarbij concentreren op de woorden die *niet* in termen van andere woorden gedefinieerd kunnen worden. Dat zijn ze bijna allemaal — het wordt tegenwoordig vrij algemeen erkend dat het onmogelijk is om zelfs voor de meest doodgewone woorden sluitende definities te geven.³ In de logicistisch/linguïstische traditie is nu het standpunt populair dat de meeste lexicale begrippen geen enkele interne structuur hebben, en dat ze *aangeboren* zijn.

³ Voor een discussie hierover, zie Fodor et al., 1980.

Dit laatste zullen sommige lezers verrassend vinden. De these dat ons hele lexicale begrippen-apparaat bij de geboorte al vast zou liggen, doet meer denken aan Middeleeuwse theologie dan aan moderne wetenschap. Het idee is dan ook niet op empirische evidentie gestoeld. Het werd na vele eeuwen voor het eerst weer geopperd door Jerry Fodor (1975), die in zijn boek *"The Language of Thought"* aantoonde dat de *"innateness hypothesis"* impliciet werd *verondersteld* door de cognitiewetenschap van die dagen. Maar sindsdien is het idee door veel van deze cognitiewetenschappers *expliciet* omarmd — onder anderen door de meest invloedrijke hedendaagse linguïst, Noam Chomsky (1988, pp. 30-34, 134, 190-191).⁴

Hoe zulke aangeboren concepten iets met onze ervaring te maken kunnen krijgen is raadselachtig. Zoals ik al aankondigde, wil ik mijn opvatting hier lijnrecht tegenoverstellen: concepten worden *geconstitueerd* door onze ervaringen. De cognitieve representatie van een woordbetekenis *valt samen met* de representatie van de klasse van eerder ervaren uitingssituaties van dat woord. Als ik mij afvraag of een woord van toepassing is op een bepaald object, dan ga ik na of dat object past binnen de verzameling waarvoor dat woord eerder werd gebruikt — of de gelijkens-relaties die er binnen die verzameling bestaan, ook gelden tussen de bestaande elementen en het nieuwe kandidaat-element.

Dit wordt de these van de *"exemplar-based concepts"* genoemd. Hij sluit aan bij de denktrant van Wittgenstein's *Philosophical Investigations*, en is in de taal filosofie verder uitgewerkt door b.v. Bartsch (1998) en Brouwer (2003). Talrijke psychologische experimenten ondersteunen dit idee (b.v.: Brooks, 1978; Medin & Schaffer, 1978; Hintzman, 1986; Nosofsky, 1997). Een andere aanwijzing in deze richting is het succes van *exemplar-based* technieken in de kunstmatige intelligentie; het bekendste voorbeeld is de *"k nearest neighbor classifier"* van Cover & Hart (1967).⁵

Concrete, verwijzende woorden ontlenen hun betekenis aan een verzameling visueel-spatieële taferelen die we ermee geassocieerd hebben. Bij zuiver theoretische woorden gaat het om een verzameling teksten waar ze in voorkwamen. (Hier zien we Paivio's onderscheid weer terugkeren: "beelden" versus verbale representaties.) Laten we nu eens kijken naar de "complexe begrippen" die d.m.v. zinnen en teksten worden opgebouwd.

⁴ Chomsky had al in de vijftiger jaren het idee van "aangeboren ideeën" weer *salonfähig* gemaakt, door te claimen dat onze *syntactische* noties aangeboren zijn. Maar Fodor is er verder mee doorgedraafd dan Chomsky had kunnen dromen.

⁵ Voor het probleem van syntactische analyse en desambiguëring is een *exemplar-based* benadering uitgewerkt onder de naam *"Data-Oriented Parsing"*. Zie: Scha (1990, 1992), Scha et al. (1999), Bod et al. (2003).

6. Zinnen.

Bij veel mensen suggereert de introspectie dat het denken in belangrijke mate gebeurt in termen van fonologische of proprioceptieve representaties van de zinnen (en phrases en woorden) van de omgangstaal. In *The Language Instinct* argumenteert Steven Pinker tegen dit idee: zinnen zijn vaak ambigu, gedachten zijn dat niet. Dat gedachten noodzakelijkerwijs ondubbelzinnig zijn lijkt me aanvechtbaar (dit is weer zo'n logicistische idealisering), maar Pinker heeft gelijk met de observatie dat zinnen ambigu kunnen zijn. De betekenis van een zin kan dus niet worden gerepresenteerd door de woordsequentie zonder meer.

De vervolgvraag is: zijn de mentale representaties toch op een of ander manier "opgehangen" aan woordsequenties? Zijn het bijvoorbeeld gestructureerde, gededambiguerde zinnen? Soms wel, lijkt het — als je schrijft of praat, of daarop anticipeert of reflecteert. Daar gebruik je uiteraard representaties bij van geïnterpreteerde woorden, phrases, en zinnen.⁶ Is die "taligheid" van het denken algemener van aard? Gebruiken we de taal ook als *intern* medium, bij cognitieve taken die niet intrinsiek met taal te maken hebben? Er zijn allerlei redenen om te menen dat dat niet zo is. Bijvoorbeeld:

- Kinderen denken voordat ze praten.
- De betekenis van de zinnen van de taal correspondeert niet op een consequente manier met de syntactische structuur van die zinnen.
- Een visuele impressie kun je zelden of nooit adequaat verbaal beschrijven.

7. Beelden.

In de sectie over Kunstmatige Intelligentie merkte ik al op dat het menselijk brein beschikt over fabelachtige visuele vermogens, en dat daarbij de geheugen-functie en de waarnemings-functie heel nauw met elkaar verweven zijn. Deze vermogens omvatten allerlei verschillende cognitieve vaardigheden: letterlijke herkenning (vergelijking tussen concrete beelden uit de ervaring en uit de huidige input), abstractie (herkenning van karikaturen en andere gestyleerde representaties), analogie (herkenning van de relatie tussen verschillende "varianten" van hetzelfde plaatje). Phylogenetisch en ontogenetisch zijn dit de vermogens waarmee onze cognitie van start gaat. Abstractere vormen van denken moeten van daar beginnen, en daaruit afgeleid worden. Het is een aantrekkelijke gedachte dat dit zou kunnen gebeuren doordat letterlijk dezelfde operaties op abstractere representaties worden toegepast — dat het abstractere denken geïmplementeerd is als het metaforisch gebruik van onze visueel/spatiële cognitie. In de woorden van Ludwig Boltzmann (1899): "*All our ideas and concepts are only internal pictures*".

De logisch georiënteerde cognitie-filosofen die we hierboven bespraken, hadden het over "abstracte representaties", en kenden daarbij aan het woord "abstract" een absolute betekenis toe: het tegengestelde van "concreet". Je hebt de materiële wereld (concreet) en

⁶ Zie b.v. Carruthers, 1996; Cole, 1998, 1999; Smith et al., 1995.

de wereld van de geest (abstract), en dan horen de representaties bij de wereld van de geest. Een heel juist inzicht, maar niet erg verrassend. Interessanter is het, als we het woord "abstract" in een letterlijkere, oorspronkelijkere betekenis beschouwen. Dan rijst de vraag: abstractie van *wat*? Er is een antwoord dat ontwikkelings-psychologisch, evolutionair, en neurologisch voor de hand ligt: de abstracte representaties die we hanteren zijn "getrokken" uit de concrete representaties die we ook hanteren: representaties van de visuele en ruimtelijke eigenschappen van de concrete buitenwereld. Die concrete representaties gebruikten we al toen we nog een soort apen waren, en elk kind begint ook weer op die manier.

8. Diagrammen.

Onze interne representaties zijn dus visueel/spatiële Gestalten, die meer of minder concreet van aard kunnen zijn.⁷ In het abstracte geval noemt Charles S. Peirce dat "diagrammatische" representaties:

"All necessary reasoning without exception is diagrammatic. That is, we construct an icon of our hypothetical state of things and proceed to observe it." [Collected Papers 5.162]

Let wel: voor Peirce heeft het woord "*icon*" een heel specifieke betekenis: het gaat om een teken dat iets representeert op grond van een overeenkomst in zijn direct waarneembare interne structuur. Een uitgebreidere omschrijving van hetzelfde idee luidt daarom als volgt:

"We form in the imagination some sort of diagrammatic, that is, iconic, representation of the facts, as skeletonized as possible. The impression of the present writer is that with ordinary persons this is always a visual image, or mixed visual and muscular; but this is an opinion not founded on any systematic examination. If visual, it will either be geometrical, that is, such that familiar spatial relations stand for the relations asserted in the premises, or it will be algebraic, where the relations are expressed by objects which are imagined to be subject to certain rules, whether conventional or experiential." [Collected Papers 2.778]

Stenning (2002, p. 24) probeert het begrip "*diagram*" te definiëren: bij een diagram worden de onmiddellijk waarneembare relaties tussen de elementen van een representatie *rechtstreeks* geïnterpreteerd. Nederlandse zinnen en logische formules zijn daarom *geen* diagrammen: de enige significante relatie tussen hun elementaire symbolen is die van *openvolging*, maar de opeenvolgingsrelatie heeft zelf helemaal geen betekenis. Om de zin of de formule te kunnen decoderen moet je eerst de *syntax* van de taal weten. In een abstracte visueel/spatiële Gestalt, daarentegen, "*zie*" je relaties als *binnen, buiten, naast, boven, onder, verbonden, gescheiden, opeenvolgend*, etc., en deze relaties hebben dan een rechtstreekse interpretatie.

⁷ Een motorische component kan ook heel goed een belangrijke rol spelen, maar aan dat aspect zal ik verder weinig aandacht aan besteden.

De observeerbare eigenschappen van het menselijk taal- en denkvermogen zijn in overeenstemming met de hypothese dat het denken grotendeels diagrammatisch gebeurt, en dat deze diagrammen abstracties zijn van Gestalt-representaties van dingen of situaties. Er zijn b.v. interessante verschillen tussen het menselijk denken en de formele logica. De negatie-operatie is een fundamentele en zeer eenvoudige operatie in de propositielogica, maar mensen hebben er grote moeite mee.⁸ Een zin als "*Jan zal nooit nalaten om niet aardig tegen Marie te zijn.*" heeft een grote kans om verkeerd begrepen te worden.

Een psychologisch plausibel systeem van cognitieve representaties en operaties moet dus moeite hebben met negatie. Een systeem dat gebaseerd is op Gestalt-representaties van concrete visueel-spatieële configuraties heeft inderdaad die eigenschap. Want zulke representaties hebben wel degelijk bepaalde eigenschappen met foto's gemeen — bij voorbeeld, dat ze nooit op een rechtstreekse manier negatieve informatie laten zien. Een foto die laat zien dat Jan *geen* blauwe jas aan heeft, is op zijn best een foto van een doorgestreepte foto waarop Jan *wel* een blauwe jas aan heeft. De interpretatie verliest dan dus zijn onmiddellijke karakter.⁹

9. Gestalten.

Ik concludeer dat ons denken gebeurt door middel van operaties van vergelijking, combineren en abstractie op visueel/spatieële Gestalten. Die Gestalten kunnen directe percepties zijn van concrete visuele *inputs*, maar het kan ook gaan om abstractere, diagrammatische representaties. Kunnen we op basis van dit idee nu aan de slag en een formele theorie van het denken gaan uitwerken? Helaas niet! Want zelfs als mijn idee volledig juist is, geeft het nog niet echt een antwoord op de vraag naar het medium van het denken — het brengt die vraag slechts terug tot een "*previously unsolved problem*". De reden is, dat er geen formele theorie over visuele Gestalten bestaat die enige volledigheid heeft.

Er bestaan al geruime tijd veel inzichten over Gestalt-waarneming; in 1923 gaf Max Wertheimer al een inventaris van een groot aantal van de factoren die bepalend zijn voor de structuur die we aan visuele input toekennen. Maar het heeft vrij lang geduurd voordat geprobeerd werd hierover formele theorie te maken. Het werk van Emanuel Leeuwenberg

⁸ Johnson-Laird & Byrne (1991), p. 129: "*Negation is a well-known source of difficulty.*" Cf. ook: Wason, 1959; Clark & Clark, 1977.

⁹ Logici met belangstelling voor cognitie of linguïstiek bedenken soms notatie-systemen die op diagrammen gebaseerd zijn. Charles S. Peirce is de pionier op dit gebied (cf. Roberts, 1973). Recentere voorbeelden zijn Kamp (1981) en Sowa (1984). Het gebruik van zulke grafische notaties gaat vaak gepaard met een semantische innovatie die ook in de plaatjes-achtige richting gaat: de uitdrukkingen van de logische taal representeren dan geen proposities (waarheidscondities) meer, maar situatie-achtigere dingen ("inbedbaarheidscondities"). Radicalere pogingen in deze richting zijn de situatie-semantiek van Barwise & Perry (1983) en de "mental models" van Johnson-Laird (1983) — pogingen die toch falen omdat men de orthodoxe logische traditie niet van zich af kan schudden. Men schrikt ervoor terug om een systeem te definiëren van representaties met werkelijk plaatjes-achtige eigenschappen, waarin dus bijvoorbeeld negatie echt problematisch is. Inder (1987) maakt die laatste stap wel.

(1968) is baanbrekend geweest op dit gebied, maar het is beperkt — het gaat alleen over lineaire patronen. Uit recente pogingen om dit werk te generaliseren (Dastani, 1998; Dastani & Scha, 2003) is vooral gebleken hoe moeilijk dat is, en hoeveel er nog te doen valt. A fortiori geldt dit voor de operaties op Gestalten waarmee ik de denkprocessen zou willen implementeren. Het model van proportionele analogie van Dastani, Indurkha & Scha (2003), bijvoorbeeld, is een leuk begin, maar het is slechts gedefinieerd voor zeer eenvoudige lineaire patronen. Om de hier geschetste ideeën verder te kunnen uitwerken en valideren, is eerst en vooral verder onderzoek nodig naar formele theorieën over visuele Gestalt-perceptie.

10. Conclusie.

In zekere zin zijn we dus allen beelddenkers. Visuele perceptie is denken met beelden; abstract denken is denken met ietwat abstractere beelden. Toch kunnen we grote individuele verschillen in "denkstijl" tussen mensen opmerken. Zo maken sommigen bij de uitvoering van redeneer-opdrachten graag gebruik van visuele hulpmiddelen, en anderen niet; zo zijn sommigen zich bewust van interne visuele representaties, en anderen niet.¹⁰ Hoe zit het daar dan mee?

Het idee dat we naast elkaar een verbale en een visuele module hebben, die op een heel verschillende manier dezelfde functionaliteit realiseren, lijkt me onhoudbaar. Inter-individuele verschillen kunnen dus niet verklaard worden uit een neurologisch gegeven oriëntatie die visueel dan wel verbaal zou zijn. Wel zouden er aangeboren (of zeer vroeg gevormde en daardoor diepgewortelde) verschillen tussen mensen kunnen bestaan in het vermogen of de neiging tot abstractie. Dat zou zeker tot verschillende "denkstijlen" leiden, die respectievelijk bij voorkeur opereren met concrete beelden of juist met abstracties.

Als het bovenstaande min of meer correct is, zou het leren herkennen van letters voor geen enkel gezond brein een groot probleem moeten zijn. Maar het opdoen van voldoende routine om dan ook te kunnen "lezen" is een vrij onnatuurlijke bezigheid, die motivatie of discipline vereist. En als iemand door "toevallige" oorzaken niet goed leert lezen, dan kan dat voor altijd doorwerken op hoe hij met geschreven tekst omgaat.

De consequenties van de hier geschetste benadering voor ons begrip van beelddenken en dyslexie zijn nog lang niet helemaal duidelijk. Wel mogen we verwachten dat het analyseren van verschillende denkstijlen gebaat is bij een heldere articulatie van onze aannames over de cognitie in het algemeen — en tegelijk, dat deze aannames hierdoor op een uitdagende manier beproefd zullen worden.

¹⁰ Zie b.v. Stenning, 2002.

Referenties

Renate Bartsch: *Dynamic Conceptual Semantics. A Logico-Philosophical Investigation into Concept Formation and Understanding*. Stanford, CA: CSLI Publications, 1998.

Jon Barwise & John Perry: *Situations and Attitudes*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1983.

Rens Bod, Remko Scha & Khalil Sima'an (eds.): *Data-Oriented Parsing*. Stanford: CSLI Publications, 2003.

Ludwig Boltzman: "The Recent Development of Method in Theoretical Physics." *The Monist* **11** (1899), pp. 229-230.

Valentin Braitenbach: *Vehicles. Experiments in Synthetic Psychology*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1984.

L.R. Brooks: "Non-analytic concept formation and memory for instances." In: E. Rosch & B. Lloyd (eds.): *Cognition and categorization*. Hillsdale, N. J: Erlbaum, 1978.

R.A. Brooks.: "Intelligence Without Representation", *Artificial Intelligence Journal* (47), 1991, pp. 139–159.

Elsbeth Brouwer: *Imagining Metaphors. Cognitive representation in interpretation and understanding*. Ph.D. Dissertation. Amsterdam: Institute for Logic, Language and Computation, 2003.

Jason Brown: *The Life of the Mind*. New Haven: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

William Calvin: *The Cerebral Code*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996.

R. Carter: *Mapping the Mind*, Berkeley, CA: University of California Press, 1998.

Peter Carruthers: *Language, Thought and Consciousness. An essay in philosophical psychology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996.

H.H. Clark & E.V. Clark: *Psychology and Language: An Introduction to Psycholinguistics*. New York, NY: Harcourt Brace Jovanovich, 1977.

David Cole: "I Don't Think So: Pinker on the Thinker; mentalese monopoly in thought not vindicated." <http://www.d.umn.edu/~dcole/pinker.htm> (1998). [Herziene versie gepubliceerd als: "I don't think so: Pinker on the mentalese monopoly." *Philosophical Psychology*, **12**, 3 (September 1999), pp. 283-295.]

David Cole: "Images and Thinking. Critique of arguments against images as a medium of thought." http://www.d.umn.edu/~dcole/Images_and_thinking.htm (1999).

T. Cover & P. Hart. 1967. "Nearest neighbor pattern classification." *IEEE Transactions on Information Theory* **13**, 1 (1967), pp. 21-27.

- Mohammad Mehdi Dastani: *Languages of Perception*. Ph. D. Thesis. University of Amsterdam, ILLC, 1998.
- Mehdi Dastani & Remko Scha: "Languages for Gestalts of Line Patterns." *Journal of Mathematical Psychology*, **47** (2003), pp. 429-449.
- Mehdi Dastani, Bipin Indurkha & Remko Scha: "Modeling Analogical Projection in Pattern Perception." *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, **15**, 4 (2003).
- J.A. Fodor: *The Language of Thought*. New York, NY: Thomas Crowell, 1975.
- J. Fodor, M. Garrett, E. Walker & C. Parkes: "Against definitions", *Cognition* **8** (1980), pp. 1-105.
- D.L. Hintzman: "'Schema abstraction' in a multiple-trace memory model." *Psychological Review* **93** (1986), pp. 411-428.
- Robert Inder: *The Computer Simulation of Syllogism Solving Using Restricted Mental Models*. Ph.D. Thesis, Edinburgh University, 1987.
- P.N. Johnson-Laird: *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1983.
- P.N. Johnson-Laird & R.M.J. Byrne: *Deduction*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates, 1991.
- Hans Kamp: "A Theory of Truth and Semantic Representation", in: J. Groenendijk, Th. Janssen & M. Stokhof (red.), *Formal Methods in the Study of Language*, Amsterdam: Mathematisch Centrum, 1981, pp. 277-322.
- E.L.J. Leeuwenberg: *Structural Information of Visual Patterns*. Den Haag: Mouton, 1968.
- D.L. Medin & M.M. Schaffer: "Context theory of classification learning." *Psychological Review* **85** (1978), pp. 207-238.
- Robert M. Nosofsky & Thomas J. Palmeri: "An Exemplar-Based Random Walk Model of Speeded Classification." *Psychological Review* **104**, 2 (1997), 266-300.
- Allan Paivio: *Imagery and Verbal Processes*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston, 1971.
- Charles S. Peirce.: *Collected Papers*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1931-1958.
- Steven Pinker: *The language instinct*. New York: Morrow, 1994.
- Steven Pinker: *How the Mind Works*. New York: Norton, 1997.
- Zenon Pylyshyn: *Computation and Cognition*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1984.

Don D. Roberts: *The Existential Graphs of Charles S. Peirce*. Den Haag: Mouton, 1973.

Mark Rollins: *Mental Imagery. On the Limits of Cognitive Science*. New Haven: Yale University Press, 1989.

Remko Scha: "Virtuele Grammatica's en Creatieve Algoritmes." *Gramma/TTT* **1**, 1 (1992), pp. 57-77.

Remko Scha: "Taaltheorie en taaltechnologie; competence en performance." In: R. de Kort and G.L.J. Leerdam (eds.): *Computertoepassingen in de Neerlandistiek*. Almere: LVVN, 1990, pp. 7-22.

Remko Scha, Rens Bod and Khalil Sima'an: "A Memory-Based Model of Syntactic Analysis: Data-Oriented Parsing." *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, **11**, 3 (July 1999), pp. 409-440.

Herbert A. Simon: *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1969.

D. Smith, M. Wilson and D. Reisberg 1995 "The Role of Subvocalization in Auditory Imagery" *Neuropsychologia* **33** (11), pp. 1433-1454.

John Sowa: *Conceptual Structures. Information Processing in Mind and Machine*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1984.

L. Steels: "Building Agents with Autonomous Behavior Systems." In: L. Steels & R. Brooks (eds.): *The 'artificial life' route to 'artificial intelligence'. Building situated embodied agents*. New Haven: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.

L. Steels: "Evolving grounded communication for robots." *Trends in Cognitive Science* **7**, 7 (July 2003), pp. 308-312.

Keith Stenning: *Seeing Reason. Image and language in learning to think*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2002.

P.C. Wason: "The processing of positive and negative information." *Quarterly Journal of Experimental Psychology* **11** (1959), pp. 92-107.

Max Wertheimer: "Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt" *Psychologische Forschung*, **4** (1923), pp. 301-350.