

HET SCHEMA-BEGRIIP IN DE HEDENDAAGSE
GEHEUGENTHEORIE
[THE SCHEMA CONCEPT IN CURRENT THEORIES OF MEMORY]

André VANDIERENDONCK

Rijksuniversiteit Gent

The schema concept, alternatively indicated as script, frame, proposition, procedure or prototype, has aroused much interest in recent years. The present paper examines the value of these conceptions for the study of human memory. Schemata are knowledge structures residing in the long-term memory store. They contain packages of fixed and variable knowledge. Under certain circumstances such a schema can be identified as being applicable to the current situation. This means that the fixed knowledge part and most of the variable features of the schema match the situation. For the study of human memory the schema-hypothesis suggests two important questions: a. how do schemata affect memory storage and retrieval; b. how and under which conditions do schemata come into existence or do they become modified? As far as the first question is concerned, several models have been developed stating how schematic information is used to support memory storage and retrieval. These models are discussed with respect to their predictive power, and it is concluded that only the attention-elaboration and the schema copy + tag model yield reasonable fits, although neither of them explains all the data. Regarding the second question, some of the responsible mechanisms have been implemented in artificially intelligent programs. This work is briefly discussed. The paper concludes with an overview of some implications for the study of memory, and the functioning of schemata in some domains of applications, viz. communication, eye-witness testimony, and learning to program.

In zijn bekend werk *Ueber das Gedächtniss* (1885), achtte Ebbinghaus het nodig om in de experimentele studie van de menselijke geheugenprocessen, alle factoren die structuur en betekenis brengen in het stimulus-materiaal, en aldus voortbouwen op voorafbestaande kennis, onder controle te brengen en te elimineren. Deze manier van werken kende grote navolging. Zelfs Bartlett's (1932) onderzoekingen waarin dergelijke structurerings- en betekenisvariabelen wel een belangrijke plaats toebedeeld kregen, vonden aanvankelijk weinig erkenning. Pas vanaf de zestiger jaren kregen de geheugenonderzoekers meer oog voor het belang van structuur-concepten. Eerst was dit beperkt tot associatiestructuren (Berlyne, 1965; Deese, 1965). Later, met de groeiende mogelijkheden

Deze tekst is een uitgebreide versie van de Openbare Les die op 28 april 1986 werd gegeven in de Aula van de R.U.G. in het kader van de proeven met het oog op het behalen van de graad van Speciaal Doctor in de Psychologische en Pedagogische Wetenschappen.

van computer-simulatie en „artificial intelligence” (Newell, Shaw & Simon, 1958; Minsky, 1968), werd ook meer belang gehecht aan kennis-structuren en de wijze waarop dergelijke structuren in interactie treden met cognitieve taken allerhande.

De psycholoog wordt geconfronteerd met de vraag hoe het komt dat mensen zelfs na een bijzonder korte contactname met de (stimulus)situatie, toch tot een zeer goede reproductie in staat zijn. Bekend in dit verband zijn de studies waaruit blijkt dat meesterschakers in staat zijn een bordpositie, willekeurig geselecteerd uit een spelsituatie, te reproduceren na een aanbiedingsperiode van slechts vijf seconden (de Groot, 1946, 1965, 1966; Goldin, 1978; Lories, 1984; Simon & Barenfeld, 1969). Nochtans blijkt ook dat het geheugen in een aantal situaties eerder bescheiden is. Er worden soms systematische fouten gemaakt. De soms onnauwkeurige, onvolledige en vervormde ooggetuige-verslagen (Loftus, 1983a, 1983b; McCloskey & Egeth, 1983a, 1983b) illustreren dit.

De vraagstelling kan enigszins verhelderd worden met behulp van een alledaags voorbeeld. Een persoon komt het bureau van zijn collega binnen. Hij is daar nog nooit eerder geweest, en zijn bezoek duurt slechts een halve minuut. Wat weet deze persoon zich naderhand te herinneren over dit bureau? Stond er een bureautafel? Waren er dossierkasten, een dactylotafel? Stond er een schrijfmachine, een computerterminal, een bureaulamp? Lag er een tapijt? Was er wandversiering, hingen er gordijnen? Beschikte de collega in zijn bureau over een koelkast, over een koffiezetapparaat? Veel van deze vragen zullen tamelijk accuraat beantwoord worden. Een gedeelte van de vragen kan ongetwijfeld correct beantwoord worden door een beroep te doen op *geheugen*. Sommige vragen zullen beantwoord worden *op grond van de kennis over bureaus in het algemeen*. In een bureau vinden we immers over het algemeen een bureautafel, een bureaulamp, een stoel, papieren, documenten of boeken. Vragen kunnen ook beantwoord worden *op grond van kennis die men heeft over de bewoner van het bureau*. Wanneer men stellig weet dat deze persoon niet kan tikken, dan zal men geneigd zijn aan te nemen dat er geen schrijfmachine, en geen dactylotafel in het bureau aanwezig was. Weet men dat de persoon een verwoed koffiedrinker is, dan kan men veronderstellen dat hier, in tegenstelling met de meeste bureaus, een koffiezetapparaat wellicht tot de uitrusting behoort. Met andere woorden, het lijkt plausibel te veronderstellen dat mensen bij de beantwoording van dergelijke vragen niet alleen gebruik maken van de specifieke ervaring opgedaan in het bureau, maar ook voor een

belangrijk gedeelte steunen op kennis over bureaus in het algemeen, over de collega-bewoner van het bureau, en mogelijk andere.

De hedendaagse geheugentheorie neemt aan dat deze voorafbestaande kennis georganiseerd is in *schemata*, kennisstructuren die zowel vaste als variabele kenniselementen samenvatten op een gestructureerde wijze.

HET SCHEMA-BEGRIIP ALS KENNISSTRUCTUUR

Soorten schema's

Naar gelang van de taak of van de omstandigheden kunnen verschillende soorten schemata onderscheiden worden. Er wordt b.v. aangenomen dat categorieën gerepresenteerd worden middels *prototypes* (Cantor & Mischel, 1979; Medin & Smith, 1984; Posner & Keele, 1968, 1970; Rosch, 1973, 1975a, 1975b, 1975c). Een prototype is een cognitieve structuur, die aangeeft welke kenmerken en kenmerkengroepen typisch zijn voor de objecten die tot de categorie behoren. Een stoel kan aldus gerepresenteerd worden als een horizontaal vlak van om het even welke geometrische vorm (met een voorkeur voor vierhoekig), met een diameter van ongeveer 40-50 cm, gedragen door één tot vier poten (doorgaans vier) en voorzien van een rugleuning boven het horizontaal gedeelte. Hoe beter een voorwerp op een dergelijke representatie lijkt, hoe meer typisch het is voor de categorie, wat zich uit in een grotere subjectieve typicaliteit — dit is de typicaliteit zoals deze door het subject ervaren wordt (Mervis & Rosch, 1981), en een snellere reactietijd bij de classering en benoeming van dergelijke objecten (Rosch, 1975a, 1975b).

Perceptuele en linguïstische kennis zou gerepresenteerd worden in *proposities* (Anderson & Bower, 1973; Kintsch, 1974; Thorndyke & Hayes-Roth, 1979) en *procedures* (Winograd, 1975). Een propositie kan beschouwd worden als de dieptestructuur van een zin geformuleerd in een natuurlijke taal. Een eenvoudige zin als „De bakker bakt een brood” kan dan gerepresenteerd worden als „Bakken (bakker, brood)”, waarbij de actie de vorm krijgt van een functie met argumenten. Het eerste argument is de actor, het tweede het object dat de actie ondergaat. In deze propositie is de actie gefixeerd, de argumenten zijn variabel. Door de argumenten te vervangen door andere gelijkwaardige argumenten bekomt men een nieuwe actualisatie van de basis-structuur. Vervangen we „bakker” door „Jan” en „brood” door „cake”, dan krijgen we „bakken (Jan, cake)” of „Jan bakt een cake”.

In tegenstelling tot proposities die declaratieve kennis (weten wat)

representeren, hanteert men in „artificial intelligence” onderzoek veelal het procedure-concept. Dit is een representatie van procedurele kennis (weten hoe). Men kan dit best opvatten als (computer) programma's die een sequentie van acties uitvoeren. Kennis maakt daarbij integrerend deel uit van deze programma's of procedures (Minsky, 1968; Winograd, 1975). Grammaticale kennis is dan niet zozeer het kunnen formuleren van de regels van de grammatica, als wel het beschikken over een procedure om grammaticale zinnen te produceren of te ontleden.

Sommige auteurs spreken ook van „scripts” en scenario's (Abelson, 1981; Graesser & Nakamura, 1982; Rifkin, 1985). Scripts verwijzen naar sequenties van gebeurtenissen die op een min of meer stereotype wijze voorkomen. Er wordt aangenomen dat de sequentie van de gebeurtenissen als een geheel, als een schema gerepresenteerd wordt, en als zodanig kan geactiveerd worden. Mogelijke voorbeelden zijn het restaurant-script, het vergadering-script, het lezing-script, het bezoek-aan-de-dokter-script, enz.

„Frames” vormen een laatste type van schemata die we in dit artikel zullen onderscheiden. Het bureau-schema dat in de inleiding ter sprake kwam, is een voorbeeld van een frame. Bij een frame gaat het om een groepering van elementen die ruimtelijk bij elkaar horen (een scène vormen), waar scripts eerder een sequentie impliceren.

Voor de volledigheid dient ook gezegd dat het gebruik van de termen in de vakliteratuur niet zeer consistent is. Sommige auteurs gebruiken de term „frame” als een overkoepelende term voor prototype, propositie, script en schema (Friedman, 1979). Anderen hanteren dan weer „script” als de generische term en spreken zelfs van meta-scripts (Abelson, 1981). We zullen ons houden aan de term „schema” als algemene term, en de meer specifieke termen „prototype”, „propositie”, „script” en „frame” gebruiken als aanduidingen van een specifiek soort schema.

Wat is een schema?

Veralgemeend over deze verschillende types van schemata — prototypes, proposities, procedures, scripts, en frames — kunnen we stellen dat een schema een cognitieve structuur behelst waarin

1. bepaalde kenniscomponenten vooraf *vast* en onveranderbaar gespecificeerd zijn (b.v. de actie „bakken” in de propositie „Jan bakt een cake”; een lokaal, met kasten, een werktafel en een stoel in het bureau-schema; een hoofd, romp, en ledematen in een lichaamsschema).

2. Naast deze componenten is ook *de relatie tussen deze componenten*

vooraf gespecificeerd (b.v. het hoofd staat op de romp, de ledematen zijn aan de romp vastgehecht).

3. Het schema bevat ruimte voor componenten die *variabel zijn*. In de propositie „bakken” zijn dat de actor en het object. In het bureau-schema zijn dat de aard van de objecten, zoals de grootte van het lokaal, het uitzicht van de kasten, enz.

4. Schema's omvatten over het algemeen ook *optionele* componenten. In een bureau kan wandversiering aanwezig zijn, er kan een bureaulamp zijn, er kan tapijt liggen, enz.

5. Het schema bevat ook „*default*” kennis. Het kan eigenlijk best opgevat worden als een functie met argumenten, waarin de argumenten de variabele componenten voorstellen. Voor *ontbrekende argumenten* levert het schema zelf automatisch een „*waarde*” of een „*waarde-interval*”. In proposities met „bakken” kunnen voor de actor normaal mensen gespecificeerd worden, maar geen dieren. Hoort men iemand beweren „De kat bakt het brood”, dan zal men infereren dat het de persoon „Decat” betreft, tenzij het voorvalt in de context van een dierenverhaal.

DE FUNCTIE VAN SCHEMATA IN HET GEHEUGEN

Uit het voorgaande is reeds duidelijk dat het schema-concept een bijzonder breed toepasbaar concept is. Er is bijna geen situatie denkbaar of we kunnen er ook een bijpassend schema voor bedenken. Indien een theorie over schemata een verklaring kan bieden voor bepaalde cognitieve processen, wat verder nog moet blijken, dan gaat het hier om een bijzonder krachtige theorie.

Dit houdt echter ook een gevaar in. Een concept dat op een zo brede verzameling van verschijnselen toepasbaar is, en dat aldus te pas en te onpas kan ingeroepen worden als verklaringsgrond, zou ook wel eens te *vaag* kunnen zijn. De vraag wordt dan ook soms gesteld of schema-theorieën wel toetsbaar zijn. De rest van dit artikel zal moeten aantonen in hoever het schema-begrip wetenschappelijk nuttig is. Toch moeten we er vooraf rekening mee houden dat indien zou blijken dat het schema-begrip te vaag is, dit nog geen reden is om het verder maar te negeren. Indien blijkt dat het een vruchtbaar concept is, moet er eerder gepoogd worden restricties op te leggen, en meer exacte modellen te ontwerpen.

Het schema als hulpmiddel voor het begrijpen

Het schema-begrip is midden de jaren '70 opgedoken als een hulp-

middel bij het ontwerpen van computer-programma's die natuurlijke taal begrijpen (b.v. Abelson, 1975, 1981; Kuipers, 1975; Rumelhart, 1975; Schank, 1975). Een eenvoudig voorbeeld maakt dit duidelijk:

John was feeling very hungry as he entered the restaurant. He settled himself at a table and noticed that the waiter was nearby. Suddenly, however, he realized that he'd forgotten his reading glasses. (Abelson, 1981, p. 715).

Om te begrijpen wat de leesbril te maken heeft met eten in een restaurant, moet men ook weten dat men in een restaurant de spij斯卡art bekijkt vooraleer een bestelling te doen. Beschikt men over deze „wereldse kennis” (in de vorm van een script-representatie), dan valt het verhaaltje gemakkelijk te begrijpen. Ontbreekt deze kennis evenwel, dan is begrijpen vrijwel uitgesloten.

Activering en gebruik van schemata

De impact van het schema-begrip gaat evenwel verder dan het begrijpen van taal. Ook voor een juiste duiding van de dagdagelijkse omgeving is het nodig een beroep te doen op reeds verworven kennis. Graesser en Nakamura (1982) maken onderscheid tussen schema-identificatie en schema-toepassing. *Schema-identificatie* is een proces waarbij de interpreterende persoon een schema identificeert dat een relatief goede overeenkomst vertoont met de waargenomen situatie. Het gaat hierbij om een proces van patroon-herkenning. Sommige situaties zijn echter ambigu, zodat ze overeenkomsten vertonen met meerdere schemata. Daarom moet men er in experimenteel onderzoek zorg voor dragen dat de bedoelde schemata en geen andere geactiveerd worden.

Eens het schema geïdentificeerd, begint de fase van *schema-toepassing*. Dit is een proces dat volledig gestuurd wordt vanuit de conceptuele kennis over de situatie. Er wordt tussen de inkomende informatie gezocht naar die aspecten die binnen het schema kunnen geplaatst worden. Door het schema — dat een cognitief model levert van de situatie — wordt het mogelijk de omgeving beter te begrijpen. Vermoedelijk wordt daarbij veel aandacht besteed aan aspecten die afwijken van het schema, omdat deze opvallen (cf. Friedman, 1979).

Geconfronteerd met een situatie, waarin een bestaand (cognitief) schema kan geïdentificeerd worden, zal men normaliter dat schema toepassen. Dit beïnvloedt de memorisatie. Op een later tijdstip kan het nodig zijn deze gebeurtenis weer op te roepen. Ook hierbij kan men gebruik maken van het schema en de gestockeerde informatie. De vraag

is nu, *hoe* deze geheugenprocessen, de inprenting en de herinnering, door de beschikbaarheid van het schema beïnvloed worden. De literatuur bevat verschillende modellen die deze vraag pogen te beantwoorden.

HYPOTHESEN OVER DE WERKING VAN SCHEMATA

Wordt de stockering bepaald door het schema?

Een eerste mogelijke hypothese stelt dat de stockering in het geheugen volledig gestuurd wordt vanuit het schema. Typische informatie, d.w.z. informatie die relevant is en past binnen het geactiveerde schema, wordt op een georganiseerde wijze gememoriseerd. Irrelevante informatie (b.v. in het haar krabben is irrelevant in een lezing) wordt genegeerd ofwel losweg geassocieerd met de andere gestockeerde informatie. Deze *filter-hypothese* leidt tot de voorspelling dat schema-relevante en typische informatie beter onthouden worden dan atypische en irrelevante informatie, wat door een aantal studies bevestigd werd (b.v. Brewer & Treysen, 1981; Goldin, 1978; Salmasso, Baroni, Job & Peron, 1983).

Graesser en Nakamura (1982) stippen echter terecht aan dat zowel in herinnerings- als herkenningstaken de kansen op gissen in dergelijke studies vaak onvoldoende gecontroleerd worden. Een dergelijk model stelt in feite dat zowel oproeping als stockering van informatie vanuit het schema aangestuurd worden („knowledge-driven”). Doordat de niet-passende informatie in hoofdzaak geïgnoreerd wordt, is de memorisatie beperkt, en moeten volgens dit model geen grootse geheugenprestaties verwacht worden, in relatief nieuwe situaties. Tal van studies zijn in tegenspraak met dit filter-model.

Aandacht voor het onverwachte

Een alternatief voor de filter-hypothese is gebaseerd op de assumptie dat memorisatie een „data-driven” proces is, dit wil zeggen, een proces met een volledige openheid voor de situatie, als het ware geleid vanuit de situatie. Het schema wordt geactiveerd en toegepast om de stockering te vereenvoudigen. Een voor de hand liggende veronderstelling hierbij is dat vooral afwijkingen van het schema de aandacht opeisen, en aldus extensiever en dieper zouden verwerkt, en daardoor naderhand beter herinnerd worden (cf. Craik & Lockhart, 1972).

Dit wordt geconcretiseerd in de „*attention-elaboration*” hypothese. Op elk ogenblik staat er een hoeveelheid verwerkingscapaciteit ter beschikking, en meer middelen worden voorzien voor de verwerking en de

memorisatie van informatie die afwijkt van het schema (Bobrow & Norman, 1975). Er wordt bijgevolg voorspeld dat schema-relevante informatie minder goed herinnerd wordt dan schema-irrelevante informatie.

Friedman (1979) toonde aldus middels het volgen van de oogbewegingen aan dat tijdens de memorisatie meer tijd besteed werd aan atypische en onverwachte objecten. Deze werden achteraf ook vaker juist herinnerd dan de verwachte objecten. In dezelfde lijn vonden Light, Kayra-Stuart & Hollander (1979) dat gezichten met ongewone kenmerken beter herkend werden dan typische gezichten, zowel onder incidentele als onder intentionele instructies.

Kintsch en Bates (1978) vonden in een lessituatie dat zowel bij een onmiddellijke als bij een twee dagen uitgestelde toets opmerkingen gelegen buiten het lesthema beter herinnerd werden dan het eigenlijke thema. Er werden geen verschillen geconstateerd tussen hoofdzaken en details voor zover ze bij het onderwerp betrokken waren.

Salmaso et al. (1983) rapporteren dat structurele (vaste) kenmerken beter herinnerd worden dan variabele elementen in een lokalen-schema, althans in incidentele leersituaties. In een intentionele situatie waren de resultaten net andersom. De auteurs interpreteerden hun bevindingen in termen van gerichte codering van variabele aspecten in een intentionele leersituatie. De aandachtsvariabelen waren echter niet onder controle in dit onderzoek.

Vandierendonck en Schuurmans (in druk) vergeleken herinnering en herkenning van informatie in een incidentele en een intentionele leersituatie. De objecten in een bureau werden gecategoriseerd volgens schema-verwachting (typicaliteit) en saillantie. Zij vonden dat in de intentionele conditie de verwachte objecten minder goed herinnerd en herkend werden dan de onverwachte objecten, zoals voorspeld door het aandachtsmodel. In de incidentele condities, bleken de onverwachte objecten minstens even goed herkend en herinnerd te worden als de verwachte. De categorisatie naar saillantie van de kenmerken werd ingevoerd als een middel om objecten die meer aandacht trekken binnen het geactiveerde schema te onderscheiden van de rest. Niet alleen bleek dat de saillante objecten beter gememoriseerd waren in de intentionele dan in de incidentele conditie, maar geheugen voor saillante atypische objecten was groter dan voor nonsaillante atypische objecten.

In intentionele leersituaties, bevestigen de resultaten over het algemeen de voorspelling van het aandacht-elaboratie-model dat atypische informatie beter gememoriseerd en herinnerd wordt dan typische. Betere

herinnering en herkenning van deze objecten blijkt over het algemeen samen te gaan met de geïnvesteerde verwerkingsmiddelen. Geen enkele studie, echter, toont deze causaliteit ondubbelzinnig aan. Dit is ook moeilijk, doordat beide componenten onrechtstreeks gemeten moeten worden.

Welke kenmerken trekken aandacht?

Belezza (1983) maakt onderscheid tussen irrelevante informatie die contradictorisch is met het schema en irrelevante informatie zonder meer. Bij typicaliteitsbeoordelingen blijkt dat de contradictorische informatie als minder typisch ervaren wordt dan de tweede soort. Toch is de herinnering van contradictorische informatie over het algemeen beter dan deze van irrelevante informatie. Dit was ook in de studie van Belezza het geval. Hij registreerde ook de tijd die men gebruikte om de typische (relevante) en de twee soorten irrelevante informatie te bestuderen. De studietijd was korter voor de relevante dan voor de irrelevante items, die onderling nagenoeg niet van elkaar verschilden.

Belezza meent daarom dat deze gegevens niet overeenkomen met de „attention-elaboration” hypothese. Hij stelt de „inference-contradiction” verklaring voor. Volgens dit model zou de persoon bij de activatie van een schema allerhande inferenties maken. Elementen, in de waargenomen situatie, die in tegenspraak zijn met de inferenties, vallen op, en zouden dus apart gecodeerd worden.

Men zou kunnen stellen dat het hier een speciaal geval van de aandachtshypothese betreft, waarbij extra coderingsmiddelen ingezet worden wanneer opvallendheden zoals contradicties voorkomen. Het model heeft dan ook dezelfde problemen als de „attention-elaboration” hypothese. Bovendien dient opgemerkt dat in Belezza's onderzoek, de kansen op gissen niet volledig onder controle zijn.

Wat gebeurt er met schema-informatie tijdens de stockering?

Het aandacht-elaboratie-model en het inferentie-contradictie model specificeren slechts expliciet wat er met de afwijkende informatie gebeurt. Wat echter met de schema-informatie? Wordt een verwijzing naar het schema gecodeerd? Wordt het schema geheel of gedeeltelijk gecopieerd? Verschillende modellen met verschillende graden van beschikbaar maken van de schema-informatie werden ontwikkeld.

Gedeeltelijke duplicatie van schema-informatie. Bower, Black en Turner

(1979) introduceerden het „*partial copy*” model. Volgens dit model worden tijdens de memorisatie twee geheugensporen gecreëerd. Samen met de aspecten die specifiek zijn voor de waargenomen situatie, worden alle componenten van het schema die in de situatie aanwezig zijn, gecopieerd in het episodisch geheugen — het gedeelte van het geheugensysteem dat informatie over alledaagse episodes bijhoudt. De componenten van het schema die ontbreken in de situatie worden in dit spoor niet gecopieerd. In het schema zelf wordt een markering aangebracht die indiceert dat het geactiveerd geworden is. Door een proces van „spreading activation” (cf. Collins & Loftus, 1975) worden ook alle componenten van het schema geactiveerd. Verder worden de componenten die in de situatie aanwezig zijn nog eens extra gemarkeerd of geactiveerd.

Beide geheugensporen verliezen onafhankelijk van elkaar hun sterkte. Volgt de herinnerings- of herkenninstest kort na de inprenting, dan zijn beide geheugensporen nog sterk aanwezig, en mag een goed geheugen verwacht worden voor typische en atypische informatie. Bower, Black en Turner vonden dat typische script-acties die niet voorkwamen in een tekst-episode vaak ten onrechte herkend of herinnerd werden. Dit levert dus „false alarm” en intrusie-fouten op. Correct onderscheid tussen wel en niet voorkomende episodes was groter bij irrelevante dan bij typische tekst-episodes. Dit wordt door het model voorspeld. De niet voorkomende typische episodes worden (via spreading activation) gecodeerd; de niet voorkomende irrelevante episodes niet.

Bower en zijn collega's lieten hun subjecten ook tekstpassages lezen van gelijkaardige scripts, b.v. „een bezoek aan de dokter”, „een bezoek aan de tandarts”, „een bezoek aan de chiropractor”, enz. Op grond van het model kon verwacht worden dat het aantal „false alarms” in herkenning en het aantal intrusie-fouten in herinnering van niet voorkomende typische acties zou stijgen naarmate men meer gelijkaardige tekstpassages gelezen heeft. Dit komt doordat de verschillende gelijkaardige episodes hetzelfde script activeren. Deze voorspelling werd door het onderzoek bevestigd.

Ook dit model kampt met een aantal problemen. In de eerste plaats betreft het een complex model, waarin een aantal fundamentele elementen vaag blijven. Afhankelijk van de parameters die het uitsterven van het geheugenspoor bepalen, kan dit model voorspellen dat het verschil in het zich herinneren van typische of van atypische informatie in de ene of de andere richting zal liggen.

Ten tweede, ook voor zeer typische informatie voorspelt het model op korte termijn een discriminatie tussen wel en niet voorkomende gebeur-

tenissen. Doordat na een kort interval beide geheugensporen nog intact zijn, is er bij de herkenning of de herinnering informatie aanwezig die deze discriminatie toelaat. De bevindingen die door Graesser en Nakamura (1982) gerapporteerd worden, spreken dit echter tegen.

Ten derde, na lange intervallen zouden beide geheugensporen uitgestorven zijn, en zou de persoon zich niets meer herinneren over de episode. Ook deze voorspelling is strijdig met sommige bevindingen (Smith & Graesser, 1981).

Volledige beschikbaarheid van het schema. Volgens het schema „pointer + tag” (SP + T) model wordt bij de inprenting een verwijzing (pointer) gecodeerd naar het schema. Het geheugenspoor bestaat voor het overige uit markeringen (tags) van informatie die atypisch is voor het schema. Het model voorspelt dat geheugendiscriminatie tussen aanwezige en afwezige elementen groter is voor atypische dan voor typische informatie. Dit komt doordat typische informatie tot het schema behoort en dus volledig beschikbaar is bij de herinnering. Verder wordt ook voorspeld dat geheugendiscriminatie voor zeer typische informatie zwak is. Dit gaat eveneens terug op de beschikbaarheid van deze informatie via de schema pointer. Ten slotte, voorspelt het model dat „false alarms” en intrusies meer voorkomen bij typische dan bij atypische items. Ook dit is toe te schrijven aan het feit dat gebeurtenissen of objecten uit het schema die afwezig waren, bij de herkenning en herinnering toch beschikbaar zijn door de pointer naar het schema.

Deze voorspellingen werden bevestigd (Graesser, Woll, Kowalski, & Smith, 1980; Smith & Graesser, 1981). Toch voldoet dit model nog niet. Door het zetten van een pointer naar het volledige schema, komt het volledige schema ook beschikbaar bij de oproeping van de informatie. Dit is echter een sterke veronderstelling, die impliceert dat middelmatig typische componenten steeds via de pointer naar het schema beschikbaar zijn. Deze componenten komen dan normaal ook niet in aanmerking voor aparte stockering, waardoor geheugendiscriminatie voor deze componenten zwak zou zijn. Dit is evenwel niet het geval.

De schema „copy and tag” theorie. Als antwoord op deze tekortkomingen introduceerden Graesser en Nakamura (1982) het *schema copy + tag* (SC + T) model. Het nieuwe model is volkomen gelijk aan het vorige, met uitzondering van de manier waarop het schema beschikbaar gemaakt wordt. Het probleem bij het SP + T model was dat het volledige schema beschikbaar was bij de herinnering. Het SC + T model gaat nu

uit van een minder sterke veronderstelling, nl. dat slechts een gedeelte van het schema gecopieerd wordt bij de inprenting, zodanig dat bij de herinnering ook slechts een gedeelte van het schema beschikbaar is. Het schema bevat zeer typische en atypische informatie. De zeer typische informatie wordt *steeds* gecopieerd. De stockering van alle andere informatie (van typisch tot atypisch) gebeurt langs een tagging-proces, en is aldus afhankelijk van andere factoren die (voorlopig?) in het model niet gespecificeerd worden.

Het model voorspelt dat herkenning steeds beter is voor atypische dan voor typische informatie, ongeacht het retentie-interval, omdat de atypische informatie slechts gestockeerd wordt indien de situatie daartoe aanleiding geeft, terwijl de typische informatie ook gedeeltelijk automatisch gecopieerd wordt. Op korte intervallen is dit eveneens het geval in herinneringstaken. Wordt het retentie-interval langer (vanaf 3-4 dagen) dan wordt de herinnering meer en meer door het schema bepaald en wordt typische informatie beter herinnerd dan atypische. Graesser en Nakamura (1982) rapporteren verder heel wat onderzoeken die hun model steunen, in intentionele leercondities. Ook Nakamura, Graesser, Zimmerman en Riha (1985) presenteren confirmerende evidentie gebaseerd op een natuurlijke situatie. De geheugendiscriminatie in de herkenningstest was echter klein zowel bij typische als bij atypische kenmerken, ofschoon de data volledig conform waren met het SC + T model.

We moeten hier echter opmerken dat dit model ook niet alle bevindingen adequaat beschrijft. Salmaso et al. (1983) en Vandierendonck en Schuurmans (1986) rapporteren b.v. een interactie tussen typicaliteit en leerintentie, en dit zowel bij herkenning als herinnering. In termen van het SC + T model zou men dan kunnen stellen dat de impact van het schema groter is bij een zwakke leerintentie (incidenteel leren). Het model biedt echter geen ruimte voor dergelijke factoren.

„Data-driven” codering en „schema-driven retrieval”

Ofschoon elk van deze zes modellen tot op zekere hoogte overeenkomt met de data betreffende herinnering van schema-gebonden informatie, past geen enkel model volkomen. Uit de bespreking bij de diverse modellen was al duidelijk dat het filter-model, het partiële copieer-model en het SP + T model niet volledig kunnen voldoen. Alleen het aandachtsmodel (inbegrepen het meer specifieke inferentie-contradictie model) en het SC + T blijven over als mogelijke kandidaten. Daarbij is het SC + T het meest exact geformuleerde, en dus ook het best toetsbare. Het

probleem met het aandachtsmodel is juist dat het zeer moeilijk is de geponeerde relatie tussen de hoeveelheid ingezette verwerkingscapaciteit en de herkenning en herinnering van atypische informatie aan te tonen of te weerleggen. Toch heeft dit model ten overstaan van het SC+T model het voordeel dat een mechanisme beschreven wordt volgens hetwelk informatie geselecteerd wordt voor een tagging operatie. We zouden hier dan ook durven suggereren dat het SC+T model aangevuld met een aandachtsmechanisme bij de stockering een beter model zou vormen.

Een passend model moet er in elk geval van uitgaan dat de stockering vanuit de inkomende gegevens gestuurd wordt (data-driven), met openheid voor de kenmerken van de situatie, terwijl de oproeping steunt op het geheugenspoor, dat in belangrijke mate teruggaat op schema, en volledig op basis van het schema gestuurd wordt, wanneer de specifieke herinnering faalt.

Het toetsen van dergelijke modellen stelt gewoonlijk een aantal problemen. De modellen bevatten over het algemeen een aantal vrije parameters, terwijl het aantal vrijheidsgraden in de data eerder beperkt is. Het feit dat de geformaliseerde versies van deze modellen goed overeenkomen met de data, impliceert daarom nog niet de correctheid van het model. Het grootste probleem met dit soort modellen is dan ook gelegen in het groot aantal vrije parameters relatief tegenover het aantal data-punten, waardoor het falsifiëren van dergelijke modellen moeilijk wordt.

HET ONTSTAAN EN DE WIJZIGING VAN SCHEMATA

De voorgaande paragraaf was bijna uitsluitend gericht op de vraag hoe schemata, eens ze bestaan, een rol kunnen spelen bij het al dan niet intentioneel memoriseren van informatie. Elke schema-theorie blijft echter onvolledig als ze niet poogt een antwoord te vinden op een aantal andere dingen:

1. Hoe kan een gevormd schema nog gewijzigd worden? Onder welke voorwaarden gebeurt dit, m.a.w. welke zijn de motiverende condities om een dergelijke wijziging in gang te zetten? Hoe verloopt een dergelijke wijziging? Kan dat wel zonder het cognitief systeem, het kennismagazijn, in wanorde te brengen?
2. Hoe wordt een nieuw schema gevormd? Welke voorwaarden zetten een persoon ertoe aan een nieuw schema te construeren? Hoe wordt een

dergelijk schema geconstrueerd? Welke voorafbestaande kennis (schemata?) is nodig om een dergelijke operatie te doen slagen?

3. Wat bepaalt de vorm van het schema? Welk soort representatie wordt geconstrueerd, een procedure, een script, een concept, etc.? Het is best denkbaar dat bepaalde condities een procedurele representatie in de hand werken. De vraag is welke deze condities zijn, en op welke wijze een persoon beslist een bepaald soort schema te vormen.

Het is duidelijk dat het hier fundamentele vragen voor de cognitieve psychologie betreft. Er mag immers vermoed worden dat constructie en wijziging van schemata op een inductieve wijze gebeurt. Een antwoord op bovenstaande vragen impliceert dan meteen ook een antwoord op de vraag hoe een inductie-proces verloopt. Een theorie over schema-vorming heeft ook belangrijke consequenties voor onze visie op het cognitief apparaat als zodanig.

Het gaat hier in feite om vraagstellingen waarvoor men alleen vanuit het artificieel intelligentie-onderzoek op een min of meer systematische wijze gepoogd heeft modellen te construeren. Andersons (1976; Anderson, Kline & Beasley, 1979) ACT model en Kolodners (1985) CYRUS (Computerized Yale Retrieval and Updating System) nemen in dit verband een aparte plaats in, omdat deze modellen expliciet ontwikkeld worden in het domein van leer- en geheugenprocessen. Alhoewel er duidelijke verschillen zijn tussen deze twee modellen, hebben ze formeel een aantal belangrijke gemeenschappelijke kenmerken: a. beide modellen bouwen een data-bank op, als representatie van het geheugen-systeem; b. de inhoud van deze data-bank vormen een netwerk; c. nieuwe elementen kunnen toegevoegd worden door te generaliseren en te differentiëren vanuit reeds aanwezige inhoud.

De verschillen tussen de twee modellen houden vooral verband met het soort elementen die in de data-bank gestockeerd worden. In het ACT-model zijn dit „productions”, proposities van de vorm „IF (condition) THEN (action)”, waarbij het conditie-gedeelte een aantal constanten, variabelen en relaties ertussen specificeert, en het actie-gedeelte aangeeft welke actie moet of kan uitgevoerd worden. In CYRUS bestaat het geheugen uit E-MOPs („Episodic Memory Organization Packages”), dit zijn geheugenpakketten die informatie over een bepaalde episode of situatie coderen en organiseren naar een aantal kenmerken, die geselecteerd worden op grond van de beschikbare informatie. Een E-MOP over museum-bezoeken kan de informatie organiseren naar de plaats, naar het type kunst, naar de personen die meegingen, enz. Elk van deze

indicatoren kan naar een andere E-MOP verwijzen, b.v. museum-bezoeken in Engeland, wat weer kan opsplitsen naar bepaalde steden, enz. Het spreekt vanzelf dat met een dergelijke organisatie een museum-bezoek aan Mme Tussauds kan geactiveerd worden vanuit de hint „Londen”, of vanuit de hint „wassen beelden” of vanuit de wetenschap dat het bezoek vorige zomer plaats vond.

In de uiteenzetting die volgt, zullen we echter abstractie maken van de precieze inhoud en formattering van de data-bank, omdat dit naar onze mening in sterke mate afhankelijk is van de computerimplementatie en (nog) niet essentieel is in de eigenlijke psychologische theorie-vorming. We gaan echter wel uit van de idee dat het geheugen informatie-rijke items bevat die op allerhande manieren kunnen gegroepeerd worden. Daarbij is het mogelijk dat bepaalde informatie momentaan vanuit de vraag tot herinnering niet kan bereikt worden. In dit opzicht voldoet het geheugen aan Tulvings (Tulving & Thomson, 1973; Watkins & Tulving, 1975) „encoding specificity principle”. Volgens dit principe is „retrieval” slechts mogelijk als de „retrieval cues” die thans beschikbaar zijn ook in het geheugensysteem gerelateerd zijn aan de informatie die moet teruggevoerd worden, m.a.w., als bij de stockering deze relatie voorzien werd.

Aangroei van informatie in het geheugen

Een eenvoudige manier om nieuwe eenheden toe te voegen aan het geheugen bestaat erin de situatie zoals ze zich voordoet te stockeren. Wanneer dit gebeurt zonder poging tot organisatie van de informatie bekomt men een lijst-organisatie, die slechts *sequentieel* kan afgezocht worden, wat een onrealistisch model is voor het menselijk geheugen (cf. Bruner, 1960).

Organisatie moet dus gerealiseerd worden door bij de stockering van informatie op expliciete of op impliciete wijze verbindingen met de reeds aanwezige informatie te voorzien. Bij elke nieuwe episode, bij elke nieuwe ervaring groeit het geheugen aan en dient er zorg voor gedragen dat geen chaos ontstaat (Kolodner, 1985). Daarom zijn de mechanismen van generalisatie en differentiatie voortdurend nodig.

Updating van een museum-bezoek schema met een nieuwe ervaring, b.v. bezoek aan het openluchtmuseum Bokrijk, leidt tot een generalisatie en differentiatie van het schema. De ervaringen kunnen nu opgedeeld worden naar de aard van de museum-plaats (overdekt of openlucht). Daardoor wordt het museum-bezoek schema algemener. Deze *generalisatie* komt tot stand doordat het schema nu een variabel kenmerk wint.

Een museum is nu niet meer noodzakelijk een overdekte ruimte. Een dergelijke generalisatie wint natuurlijk aan kracht door volgende openluchtmuseum-bezoeken, b.v. aan het Middelheim-park. Daarvan kan men nu leren dat openluchtmusea niet alleen met folklore te maken hebben. Er kan nu een *subschema* gevormd worden (openluchtmuseum-bezoek) dat een *differentiatie* is ten aanzien van het oorspronkelijke schema, en dat zelf weer gegeneraliseerd wordt.

De cognitieve processen die instaan voor de aanvulling en de raadpleging van een dergelijke uitgebreide informatie-bank als het geheugen, zijn zeer complex. Het terugvinden van een bepaalde informatie is geen kwestie van directe associatieve oproeping, maar veeleer het resultaat van een iteratief of recursief proces dat veel verwantschap vertoont met *problem solving*. De ideeën besloten in deze schema-theorieën zijn daarom bijzonder interessant, maar er is duidelijk behoefte aan meer specifieke toetsbare modellen in dit verband.

IMPLICATIES

Geheugentheorieën die steunen op het schema-begrip hebben een aantal implicaties voor de geheugenpsychologie zelf, maar ook voor toepassing in een aantal omstandigheden.

Consequenties voor geheugenonderzoek

De onderzoeken die tot hertoe ondernomen werden als toetsing van de schema-hypothese tonen duidelijk aan dat in de omstandigheden waarin een schema geactiveerd wordt, de herinnering of herkenning achteraf sterk vervormd wordt door de aanwezigheid van deze kennisstructuren. In dit verband stelt zich de vraag of alle mensen beschikken over dezelfde schemata met dezelfde inhoud.

Het is duidelijk dat schemata opgebouwd worden vanuit de ervaring. Deze is uniek voor elke persoon. Mensen communiceren ook voortdurend met elkaar, en via deze communicatie geven ze ook kennis en kennisstructuren aan elkaar door. Zonder deze mogelijkheid waren onderwijs en culturele en wetenschappelijke vooruitgang ondenkbaar. Hoewel de ervaringen van persoon tot persoon dus sterk verschillen, is er vermoedelijk een grote gemeenschappelijke bron van gestructureerde ervaringen. Het ligt dan ook voor de hand aan te nemen dat mensen over heel wat gemeenschappelijke kennisschemata beschikken. Dit wil echter nog niet zeggen dat de inhoud van deze schemata ook identiek is. Een „bezoek aan de tandarts” script zal over het algemeen wel de

volgende componenten bevatten: „afpraak maken”, „zich naar de afspraak begeven”, „wachten”, „inspectie van de mond en de tanden”, „ingreep”, „spoelen”, „betalen”. Sommige van deze componenten zullen echter andere inhouden en connotaties oproepen bij diverse personen.

Wat zeer typisch is voor een schema zal daarom over het algemeen niet in discussie staan. De verschillen tussen de personen zijn meestal te situeren bij de middelmatig typische en atypische componenten, en derhalve ook bij wat als een opvallende en een niet opvallende afwijking van het schema kan beschouwd worden. Voor het geheugen-onderzoek zelf gaat het hier om een belangrijke variabele. De meeste onderzoeken i.v.m. schemata zwijgen in alle talen over deze individuele verschillen. Schuurmans en Vandierendonck (1985) en Vandierendonck en Schuurmans (in druk) gaan wel in op deze verschillen. Er blijken duidelijk systematische interindividuele verschillen op te treden in de herkenning en de herinnering. Deze verschillen hebben te maken met de schemata zoals deze door individuele personen gehanteerd worden. Niettegenstaande deze verschillen (die statistisch significant zijn!) worden toch verbanden gevonden tussen schema-gerelateerde variabelen en geheugenprestatie. Dit duidt erop dat de schemata de herinnering en herkenning beïnvloeden niettegenstaande de verschillen. De individuele verschillen in de schemata zouden daarom steeds moeten in rekening gebracht worden, en het is ongetwijfeld nuttig deze verschillen op een systematische manier te bestuderen.

Het gebruik van schemata in communicatieprocessen

Brewer en Treyens (1981) stellen dat een herinneringstaak ook kan beschouwd worden als een communicatieproces, waarin de subjecten Grice's (1975) „Maxim of Quantity” zouden hanteren. Dit wil zeggen dat ze in een herinneringsproef slechts zoveel informatie zouden geven als nodig voor de proefleider om hen te begrijpen. Schuurmans en Vandierendonck (1985) hebben deze hypothese getoetst in het kader van de schema-theorie. De proefpersonen werd gevraagd gedurende 20 seconden in een „bureau” te wachten tot de volgende proefpersoon klaar was. Ze kregen daarna onverwacht een herkennings- en een herinneringsproef over het lokaal. De helft van de proefpersonen kreeg normale recall-instructies; de andere helft werd gevraagd de herinnering te formuleren voor marsmannetjes. Er waren geen systematische verschillen in de herkenning, maar wel in de herinnering. Het globale niveau van de herinnering was in beide herinneringscondities vergelijkbaar. De groep

met normale instructies rapporteerde ongeveer evenveel verwachte als onverwachte objecten, terwijl de groep die de herinnering formuleerde voor marsmannetjes meer verwachte dan onverwachte objecten rapporteerde. Deze uitgebreide rapportering van verwachte (typische) objecten gebeurde ten koste van de rapportering van andere objecten.

Wat de reden ook moge zijn voor deze compensatie, het is duidelijk dat wat gerapporteerd wordt in een herinneringstaak functie is van de „persoon” voor wie de communicatie bestemd is. Generaliserend vanuit dit experiment, kunnen op een tentatieve wijze conclusies geformuleerd worden over andere gelijkaardige situaties. De examensituatie is een typisch voorbeeld, waarin studenten soms het antwoord op een vraag niet geven, omdat ze denken dat het zo voor de hand ligt, dat „iedereen” het weet (dus ook de ondervrager). Dit is een fenomeen dat zich vooral kan voordoen in examens met een open antwoord-systeem. De beperkte validiteit van dergelijke examens wordt hierdoor weer eens vanuit een andere hoek belicht.

Ooggetuige-verslagen

De validiteit van ooggetuige-verslagen is eveneens bedenkelijk. Dit is reeds in verschillende studies aangetoond, en heeft zelfs tot een vinnig debat geleid over de noodzaak dat psychologen zouden optreden als expert voor de rechtbank (cf. Loftus, 1983a, 1983b; McCloskey & Eggeth, 1983a, 1983b).

Het probleem met ooggetuige-verslagen is de relatieve onbetrouwbaarheid. Enerzijds rapporteert men soms zaken gezien of gehoord te hebben die er niet waren, en anderzijds is men wel geneigd in te gaan op suggestieve vragen. Met de schema-hypothese in gedachten, is het evident dat ooggetuigen zich aldus gedragen. Een kritische episode of situatie waarover een getuigenis gevraagd wordt is soms zo kortstondig en toch zo rijk aan informatie dat het gewoon onmogelijk is alle belangrijke informatie correct te registreren. Komt daarbij dat het getuigenverhoor soms slechts plaatsvindt, wanneer reeds geruime tijd verstreken is. Alle geregistreeerde informatie wordt normaliter in een schema ingepast. Ontbrekende elementen worden soms aangevuld vanuit het schema. Wordt door de ondervrager een suggestieve vraag gesteld, dit wil zeggen een vraag die een antwoord suggereert, meestal in de richting van het gehanteerde schema, dan gaat de getuige in op de suggestie, tenzij hij of zij nog een duidelijke herinnering heeft over de werkelijke stand van zaken.

De conclusie die hieruit moet getrokken worden, is niet dat ooggetuigen onbetrouwbaar zijn en dus in het vervolg maar niet moeten gehoord worden. De consequenties houden eerder verband met het gerechtelijk apparaat. Twee implicaties dringen zich op: a. als het kan, wacht niet met het ondervragen van een getuige; b. train ondervragers in het stellen van niet-suggestieve vragen.

Leren programmeren

Het is evident dat het schema-concept ook voor het onderwijs belangrijke consequenties te bieden heeft. Vooral in het basis- en kleuter-onderwijs is het redeneren naar analogie — wat de basis vormt van het gebruiken van schemata — een belangrijke activiteit. In de meer gevorderde onderwijsvormen verliest deze bron van kennisgaring steeds meer aanhang. De enige echte vorm van denken is immers het deductief redeneren, althans in de ogen van een aantal opvoeders en leraars.

Het dient hier evenwel opgemerkt dat mensen heel wat leren door een beroep te doen op schemata die gelijkaardige situaties representeren. Wordt de taal niet op deze wijze geleerd? Mayer (1976, 1979, 1985; Mayer & Brommage, 1980) heeft een aantal onderzoeken verricht met het doel aan te tonen dat het gebruik van voorafbestaande schemata zeer nuttig is in het leren programmeren. Mayer gebruikte daarbij een subset van BASIC („Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code”). Hij analyseerde de mogelijke opdrachten in een aantal transacties, en gebruikte dan een analogie om de transacties duidelijk te maken aan de proefpersonen. Uit zijn onderzoeken bleek dat het beschikken over analogie tot een duidelijk betere prestatie leidde. Het bleek ook dat de analogie een zekere vervorming met zich bracht wat zich uitte in het minder goed presteren op bepaalde onderdelen.

Dit is een toepassingsgebied dat relatief nieuw is. Toch is het nu reeds duidelijk dat het onderwijs kan profiteren van het gebruik van reeds bestaande kennis-schemata. Onoordeelkundig gebruik van dergelijke schemata kan echter even nadelig zijn. Immers bij het gebruik van een verkeerd gekozen schema, kan het leerproces net zo goed vertraging oplopen. Hier ligt dus een onderwerp voor onderwijspsychologisch onderzoek.

BESLUIT

Sinds een aantal jaar werkt de cognitieve psychologie, en de geheugenpsychologie in het bijzonder, met het schema-begrip. Het gaat hierbij

om een bijzonder interessant concept, omdat het tegelijk centraal schijnt te staan in korte- en lange-termijn geheugen, in kennisorganisatie, in begrijpen, in het aanleren van nieuwe vaardigheden, en misschien nog veel meer. De theorieën die hierover ontwikkeld werden zijn vaak zeer complex, en meestal niet toetsbaar. Alleen op het gebied van zuivere geheugenprocessen is wat dit laatste betreft enige vordering gemaakt. Diverse specifieke modellen werden reeds ontwikkeld en getoetst. Het is van belang dat deze trend verdergezet wordt. Voor de theorie zou het echter nog belangwekkender zijn dat ook op het gebied van kennisorganisatie en kennisrepresentatie meer specifieke modellen ontwikkeld en getoetst worden. Complexiteit op zich is daarbij geen handicap meer, omdat computer-modellen zeer complex mogen zijn.

Ook in de toegepaste sector zijn er een aantal gebieden waarin het concept zijn diensten kan bewijzen. We hebben reeds de studie van communicatie-processen en het leren van nieuwe vaardigheden aangehaald, maar het valt te verwachten dat ook andere domeinen, zoals b.v. therapie, hiervan kunnen profiteren.

REFERENTIES

- Abelson, R.P. (1975). Concepts for representing mundane reality in plans. In D.G. Bobrow & A. Collins (Eds.), *Representation and understanding* (pp. 273-309). New York: Academic Press.
- Abelson, R.P. (1981). Psychological status of the script concept. *American Psychologist*, 36, 715-729.
- Anderson, J.R. (1976). *Language, memory and thought*. New York: Erlbaum.
- Anderson, J.R., & Bower, G.H. (1973). *Human associative memory*. Washington, D.C.: Winston.
- Anderson, J.R., Kline, P.J., & Beasley, C.M., Jr. (1979). A general learning theory and its application to schema abstraction. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation. Advances in research and theory*. (Vol. 13, pp. 277-318). New York: Academic Press.
- Baddeley, A.D. (1976). *The psychology of memory*. New York: Harper & Row.
- Bartlett, F.C. (1932). *Remembering*. Cambridge: University Press.
- Belezza, F.C. (1983). Recalling script-based text: the role of selective processing and schematic cues. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 21, 267-270.
- Berlyne, D.E. (1965). *Structure and direction in thinking*. New York: Wiley.
- Bobrow, D.G., & Norman, D.A. (1975). Some principles of memory schemata. In D.G. Bobrow & A. Collins (Eds.), *Representation and understanding* (pp. 131-149). New York: Academic Press.
- Bower, G.H., Black, J.B., & Turner, T.J. (1979). Scripts in memory for text. *Cognitive Psychology*, 11, 177-220.
- Brewer, W.F., & Treyens, J.C. (1981). Role of schemata in memory for places. *Cognitive Psychology*, 13, 207-230.

- Bruner, J.S. (1960). Individual and collective problems in the study of thinking. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 91, 22-37.
- Cantor, N., & Mischel, W. (1979). Prototypes in person perception. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology*. (Vol. 12, pp. 3-52). New York: Academic Press.
- Collins, A.M., & Loftus, E.F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Craik, F.I.M., & Lockhart, R.S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- Deese, J. (1965). *The structure of associations in language and thought*. Baltimore: John Hopkins Press.
- de Groot, A.D. (1946). *Het denken van den schaker. Een experimenteel-psychologische studie*. Amsterdam: Noord-Holland.
- de Groot, A.D. (1965). *Thought and choice in chess*. The Hague: Mouton.
- de Groot, A.D. (1966). Perception and memory versus thought: some old ideas and recent findings. In B. Kleinmuntz (Ed.), *Problem solving: research, method and theory* (pp. 19-50). New York: Wiley.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Ueber das Gedächtniss*. Leipzig: Duncker.
- Friedman, A. (1979). Framing pictures: The role of knowledge in automatized encoding and memory for gist. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 316-355.
- Goldin, S.E. (1978). Memory for the ordinary: Typicality effects in chess memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 605-616.
- Graesser, A.C., & Nakamura, G.V. (1982). The impact of a schema on comprehension and memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation. Advances in research and theory*. (Vol. 16, pp. 59-109). New York: Academic Press.
- Graesser, A.C., Woll, S.B., Kowalski, D.J., & Smith, D.A. (1980). Memory for typical and atypical actions in scripted activities. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6, 503-513.
- Grice, H.P. (1975). Logic and conversation. In P. Cole & J.L. Morgan (Eds.), *Syntax and semantics*. (Vol. 3). New York: Seminar Press.
- Kintsch, W. (1974). *The representation of meaning in memory*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Kintsch, W., & Bates, E. (1977). Recognition memory for statements from a classroom lecture. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3, 150-159.
- Kolodner, J. (1985). Memory for experience. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. (Vol. 19, pp. 1-57). New York: Academic Press.
- Kuipers, B.J. (1975). A frame for frames: representing knowledge for recognition. In D.G. Bobrow & A. Collins (Eds.), *Representation and understanding* (pp. 151-184). New York: Academic Press.
- Light, L.L., Kayra-Stuart, F., & Hollander, S. (1979). Recognition memory for typical and unusual faces. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 212-228.

- Loftus, E.F. (1983a). Silence is not golden. *American Psychologist*, 38, 564-572.
- Loftus, E.F. (1983b). Whose shadow is crooked? *American Psychologist*, 38, 576-577.
- Lories, G. (1984). *Fonction de la mémoire dans la résolution des problèmes très complexes: le cas du joueur d'échecs*. Ongepubliceerde Doctoraatsverhandeling U.C.L.
- Mayer, R.E. (1976). Some conditions of meaningful learning for computer programming: Advance organizers and subject control of frame order. *Journal of Educational Psychology*, 68, 143-150.
- Mayer, R.E. (1979). A psychology of learning BASIC. *Communications of the ACM*, 22, 589-593.
- Mayer, R.E. (1985). Learning in complex domains: A cognitive analysis of computer programming. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. (Vol. 19, pp. 89-130). New York: Academic Press.
- Mayer, R.E., & Brommage, B.K. (1980). Different recall protocols for technical texts due to advance organizers. *Journal of Educational Psychology*, 72, 209-225.
- McCloskey, M., & Egeth, H.E. (1983a). Eyewitness identification. What can a psychologist tell a jury? *American Psychologist*, 38, 550-563.
- McCloskey, M., & Egeth, H.E. (1983b). A time to speak, or a time to keep silence? *American Psychologist*, 38, 573-575.
- Medin, D.L., & Smith, E.E. (1984). Concepts and concept formation. *Annual Review of Psychology*, 35, 113-138.
- Mervis, C.B., & Rosch, E. (1981). Categorization of natural objects. *Annual Review of Psychology*, 32, 89-115.
- Minsky, M.L. (Ed.) (1968). *Semantic information processing*. Massachusetts: M.I.T. Press.
- Nakamura, G.V., Graesser, A.C., Zimmerman, J.A., & Riha, J. (1985). Script processing in a natural situation. *Memory & Cognition*, 13, 140-144.
- Newell, A., Shaw, J.C., & Simon, H.A. (1958). Elements of a theory of human problem solving. *Psychological Review*, 65, 151-166.
- Posner, M.I., & Keele, S.W. (1968). On the genesis of abstract ideas. *Journal of Experimental Psychology*, 77, 353-363.
- Posner, M.I., & Keele, S.W. (1970). Retention of abstract ideas. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 304-308.
- Rifkin, A. (1985). Evidence for a basic level in event taxonomies. *Memory & Cognition*, 13, 538-556.
- Rosch, E.H. (1973). Natural categories. *Cognitive Psychology*, 4, 328-350.
- Rosch, E.H. (1975a). The nature of mental codes for color categories. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 303-322.
- Rosch, E.H. (1975b). Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 192-233.
- Rosch, E.H. (1975c). Cognitive reference points. *Cognitive Psychology*, 7, 532-547.
- Rumelhart, D.E. (1975). Notes on a schema for stories. In D.G. Bobrow & A. Collins (Eds.), *Representation and understanding* (pp. 211-236). New York: Academic Press.

- Salmaso, P., Baroni, M.R., Job, R., & Peron, E.M. (1983). Schematic information, attention and memory for places. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 9, 263-268.
- Schank, R.C. (1975). The structure of episodes in memory. In D.G. Bobrow & A. Collins (Eds.), *Representation and understanding* (pp. 237-272). New York: Academic Press.
- Schuurmans, E., & Vandierendonck, A. (1985). Recall as communication: Effects of frame anticipation. *Psychological Research*, 47, 119-124.
- Simon, H.A., & Barenfeld, M. (1969). Information-processing analysis of perceptual processes in problem solving. *Psychological Review*, 76, 473-483.
- Smith, D.A., & Graesser, A.C. (1981). Memory for actions in scripted activities as a function of typicality, retention interval, and retrieval task. *Memory & Cognition*, 9, 550-559.
- Thorndyke, P.W., & Hayes-Roth, B. (1979). The use of schemata in the acquisition and transfer of knowledge. *Cognitive Psychology*, 11, 82-106.
- Tulving, E., & Thomson, D.M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, 80, 352-373.
- Vandierendonck, A., & Schuurmans, E. (1986). Interaction of intentional and incidental learning with frame usage. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 6, 405-518.
- Watkins, M.J., & Tulving, E. (1976). Episodic memory: When recognition fails. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 5-29.
- Winograd, T. (1975). Frame representations and the declarative-procedural controversy. In D.G. Bobrow & A. Collins (Eds.), *Representation and understanding* (pp. 185-210). New York: Academic Press.