

EEN LEERSTADIA-ANALYSE VAN HET MEMORISEREN VAN MLK-SCHOOLKINDEREN VAN VERSCHILLENDE LEEFTIJDGROEPEN

[A STAGES-OF-LEARNING ANALYSIS OF MILDLY
MENTALLY RETARDED CHILDREN'S MEMORIZATION
TASK PERFORMANCE]

Johannes KINGMA & Kees P. VAN DEN BOS

University of Alberta
Department of Psychology

Rijks Universiteit Groningen
Vakgroep Orthopedagogiek van het in zijn
ontwikkeling belemmerde kind

This article reports a free recall experiment in which a new stages-of-learning model was used to examine the effects of a picture-word manipulation and of chronological age on long-term memory storage and retrieval processes in mildly mentally retarded (MMR) children. The results show that MMR children in each of the three age levels benefited from the presentation in pictorial format, that is, the values of storage and retrieval parameters were, in general, higher for pictures than for words. Furthermore, regardless of age and materials these children exhibited perfect retention of information between the first and second test trials. From a developmental standpoint, the most important findings were: 1. Some improvements (like those in storage aspects) took place rather late, that is, they were only shown by 14-year-olds compared to the two younger age groups, and 2. Instead of improvements as a function of increasing chronological age our SS showed a deterioration in the acquisition of the so-called annex-storage algorithmic-retrieval operations. However, one of the post-storage algorithmic-retrieval operations, as well as the majority of heuristic-retrieval operations, developed positively. In the discussion comparisons are made with memorization task data in studies on 8-11 year-old normally learning children. A developmental-delay theory is used to explain the MMR children's different developmental trends in the acquisition of algorithmic-retrieval operations.

INLEIDING

Het is niet verwonderlijk, dat vele onderzoeken aangeven, dat de biebel of moeilijk lerende kinderen (in Nederland gaan zij naar M.L.K.-scholen) problemen hebben met het begrijpen, onthouden en reproduceren van informatie (Campione, Brown & Ferrara, 1982; Ellis, 1970; 1979). Toch zijn er nog vele onduidelijkheden over de precieze aard van deze problemen. Dat geldt zelfs met betrekking tot zulke vaak afgenomen en ogenschijnlijk simpele taken als het uit het hoofd leren van een rij woorden of plaatjes. Een van de fundamentele vragen die in feite nog niet beantwoord zijn (vergelijk Evans & Bilsky, 1979; Glidden, 1979), is of MLK-kinderen in dergelijke memorisatietaken nu slechter presteren

dan normaal-lerende kinderen door relatieve dysfuncties in „storage” (opslag-) of „retrieval” (ophaalprocessen) of door een combinatie van beide. Door Brainerd (1985) wordt aangegeven, dat het onbeantwoord blijven van deze vraag geenszins het alleenrecht van comparatieve research is geweest. Ook in ontwikkelingspsychologische geheugenonderzoekingen bij normaal-lerende kinderen was dit lange tijd het geval. Hierbij was de belangrijkste reden volgens Brainerd (1985) het ontbreken van goed-gedefinieerde schaalassumpties van de betrokken procesvariabelen. Een uitweg uit deze impasse lijkt echter binnen bereik. Brainerd et al. (zie bijvoorbeeld Brainerd, Howe & Desrochers, 1982a; Brainerd, Howe & Kingma, 1982b; Brainerd, Howe, Kingma & Brainerd, 1984) pasten in diverse experimenten een nieuw leerstadia-model toe, dat op basis van een gemeenschappelijke ratioschaal een kwantitatieve separatie toestaat van opslag- en ophaalprocessen in memorisatietaken.

In deze studie willen wij dit model toepassen op memorisatie-data van MLK-kinderen. Het experiment is zo opgezet, dat voorts de volgende vragen beantwoord kunnen worden: Wat zijn de effecten van een plaatjes-woorden manipulatie op het opslaan en ophalen, en hoe variëren de waarden op de opslag- en ophaalcomponenten als functie van drie kalenderleeftijdsmomenten, dat wil zeggen bij 8-, 11-, en 14-jaar oude kinderen?

Een plaatjes-woorden manipulatie werd geselecteerd omdat er aan deze manipulatie nogal wat aandacht is besteed in recente theorieën en onderzoekingen over de geheugenontwikkeling bij zowel normaal-lerende (NL-) kinderen als MLK-kinderen. Een centraal gegeven daarin was, dat NL-kinderen van alle leeftijden beter presteerden wanneer concepten werden gepresenteerd in een plaatjes-formaat dan in een woordenformaat en dat dit plaatjes-superioriteitseffect toeneemt met de kalenderleeftijd (Kee, Bell & Davis, 1981; Rohwer, Kee & Guy, 1975). Ook bij oudere ($\pm$ 14-jarige) mentaal geretardeerde kinderen zijn wel plaatjes-effecten gerapporteerd (Evans, 1970; Gerjuoy & Winters, 1970), maar studies die een uitspraak mogelijk maken over de ontwikkeling van dit effect bij mentaal geretardeerde proefpersonen binnen de kalenderleeftijds-„range” zoals die vaak bij NL-lagere-schoolkinderen genomen wordt, zijn ons niet bekend. Traditionele interpretaties van het plaatjes-effect bij NL-kinderen benadrukken opslagprocessen als de primaire facilitatiebron (Kee, Bell & Davis, 1981; Pressley & Levin, 1978). Recentelijk echter, hebben Brainerd & Howe (1982) aan de hand van het nieuwe leerstadiummodel gedemonstreerd, dat de bron van plaatjes-

woorden effecten zowel uit opslag- als uit ophaalprocessen bestaat. Zoals gezegd weten we vrijwel niets van de bijdragen van opslag- en ophaalprocessen bij MLK-leerlingen in deze taken. Het doel van het te rapporteren experiment is dan bij MLK-kinderen van de drie genoemde kalenderleeftijden vergelijkingen te maken tussen modelgebaseerde schattingen van deze processen bij te memoriseren stimuli, die als plaatjes of woorden worden gepresenteerd. Het model wordt nu eerst beschreven.

Het leerstadia-model. Onderzoek in de laatste decennia (zie bijvoorbeeld Bower & Theios, 1964; Brainerd & Howe, 1982; Greeno, 1974; Greeno, James, DaPolito & Polson, 1978) heeft duidelijk gemaakt, dat fout-goed scores die geobserveerd kunnen worden in memoriseerexperimenten met „recall”-scores, beschreven kunnen worden met zogenaamde twee-stadia Markov modellen. In deze modellen wordt aangenomen, dat leren bestaat uit twee stadia waarin transities tussen drie toestanden optreden: een aanvankelijke ‘unlearned’ toestand U , waarin de kans op een correct antwoord nul is, een intermediaire „partially learned” toestand P waarin zowel successen (sub-toestand P_C) als fouten (sub-toestand P_E) kunnen voorkomen (de kans op een correct antwoord is $0 < p < 1$) en een „learned” toestand L waarin slechts successen kunnen optreden (de kans op een correct antwoord is één). In de meest recente versie van het twee-stadia model voor data van memoriseerexperimenten worden elf parameters onderscheiden (Brainerd, Howe & Desrochers, 1982a; Brainerd et al., 1982b; Brainerd et al., 1984). Zeven daarvan worden *leerparameters* genoemd. Zij meten de moeilijkheidsgraad van de twee leerstadia: ontsnapping uit de toestand U en ontsnapping uit de toestand P . De overige vier zijn „performance”-parameters, die de waarschijnlijkheid van een correcte respons in toestand P meten (zie Brainerd et al., 1982b, voor specificaties van de afleiding van de elf parameters uit de start-vector en de transitiematrix voor kansen op de genoemde leertoestanden). Drie van de zeven leerparameters (a' , a , 1-f) hebben betrekking op toestand U : a' en a specificeren respectievelijk de kans op ontsnapping uit U in de eerste studieronde of latere studierondes. Parameter 1-f meet voor naar P ontsnapte items de kans dat ze in P blijven en niet terugvallen naar U ; dit alles voordat de tweede studieronde plaatsvindt. De overige vier leerparameters (b' , b , c en d) meten het volgende: b' en b specificeren de kans dat respectievelijk in de eerste studieronde óf latere studierondes uit U ontsnapte items toestand P overslaan en in de betreffende studieronde toestand L bereiken. De parameters c en d

specificeren de kansen voor transitie van items vanuit P naar L na respectievelijk een succesvolle óf foute item-reproductie. De met toestand P geassocieerde „performance“-parameters ($1-r$, $1-e$, g en h) specificeren het volgende: $1-r$ en $1-e$ meten de kansen van correcte reproductie in de toestand P -gebonden testronde aansluitend aan een $U \rightarrow P$ itemtransitie in respectievelijk de eerste studieronde óf latere studierondes. De parameters g en h , tenslotte, meten de kansen van correcte item-reproductie op die toestand P -gebonden testrondes, die in de daaraan voorafgaande P -toestand respons respectievelijk een fout- of een goed-score inhielden.

Tot dusver werden de parameters van een abstract leersysteem beschreven. Sinds jaren echter, is door diverse onderzoekers betoogd (Greeno, 1974; Halff, 1977; Kingma & Koops, 1983), dat deze parameters geïnterpreteerd kunnen worden in termen van waarschijnlijkheden waarmee bepaalde *lange-termijn* geheugen (LTM) processen zich voltrekken. Voorwaarde is uiteraard, dat men het experiment op welks recall-data de parameterschattingen uiteindelijk zijn gebaseerd, zó inricht dat de recall-data niet het gevolg zijn van bepaalde *korte-termijn* geheugen activiteiten. In memorisatietaken zoals aan de orde in dit artikel, wordt dit bereikt door direct na iedere studieronde (en dus vóór iedere testronde) een proefpersoon gedurende een halve minuut een distractietaak te laten uitvoeren (zie verder de procedure paragraaf). Aangenomen wordt dan, dat de in de testronde gemeten responses de processen van het *lange-termijn* geheugen reflecteren. De bovengegeven parameters krijgen nu de volgende LTM-proces interpretaties (Brainerd, 1985): De a' en a parameters (die de kans op ontsnapping van een itemrepresentatie uit U weergeven) worden geïdentificeerd met *opslag* in het LTM in resp. de eerste studieronde of latere studieronde van de memorisatietaak. De f -parameter wordt geïnterpreteerd als maat voor het verliezen (vergeten) van een eenmaal opgeslagen item representatie vóórdat de tweede studieronde plaatsvindt. De opslag van item representaties betekent niet automatisch dat zij in de testrondes *opgehaald* kunnen worden. Zowel succesvolle als niet-succesvolle reproducties komen voor en bovendien kunnen zij elkaar per item over een aantal testrondes afwisselen. In bekende LTM-theorieën (bijv. Halff, 1977; Restle, 1965) wordt dit in termen van strategieselectie beschreven. Het ophalen is dan een leerproces, dat de transitie inhoudt van het gebruik van algemene strategieën, die het met-wisselend-succes-ophalen specificeren (*heuristisch ophalen*), naar het gebruik van een foutloze ophaal-regel of -algoritme (*algoritmisch ophalen*). We hebben gezien dat in het model

alleen in toestand L consistent foutloos wordt opgehaald en dat het bereiken van de L -toestand op twee manieren mogelijk is: óf door een rechtstreekse transitie vanuit U , óf indirect via P . De kans op algoritmisch ophalen wordt dan gespecificeerd door b' en b ($U \rightarrow L$ transities) en door c en d ($P \rightarrow L$ transities). De overige parameters (r , e , g en h) die aspecten van de reproductiekansen in de P -toestand beschrijven — dus vóórdat een ophaal-algoritme verworven is — worden dan geïdentificeerd met heuristisch ophalen.

Een complete samenvatting, alsmede nadere details, van de in termen van LTM-processen geïnterpreteerde modelparameters treft men aan in Tabel 1. Het experiment waarbij we dit model toegepast hebben, zal nu beschreven worden. De bedoeling is, zoals we in de inleiding aangaven, om bij MLK-schoolkinderen van diverse kalenderleeftijden en voor twee typen stimuluslijsten, de bijdragen van genoemde LTM-componenten aan het memorisatieproces vast te stellen.

METHODE

Proefpersonen. De groep 8-jaar oude proefpersonen bestond uit 60 (40 jongens en 20 meisjes) MLK-kinderen (gemiddelde kalenderleeftijd = 8 jaar en 8 maanden; SD = 8 maanden). De 11-jaar oude proefpersonen waren 60 (41 jongens en 19 meisjes) MLK-kinderen (gemiddelde kalenderleeftijd = 11 jaar en 6 maanden; SD = 7 maanden). De groep 14-jarige MLK kinderen bestond uit 60 kinderen (38 jongens en 22 meisjes) met een gemiddelde kalenderleeftijd van 14 jaar en 6 maanden; SD = 7 maanden). Alle kinderen hadden IQ's in de 60-75 range met een gemiddelde van 66. Variantieanalyses toegepast op de IQ's en leeftijden, gaven geen bias aan in de toewijzing van de kinderen aan de experimentale condities.

Materialen en procedure. Het experiment waaraan de genoemde kinderen meededen, bestond uit een „free recall” memorisatietaak. („Free recall” betekent dat de volgorde waarin items na een studieronde door de ppn. gereproduceerd moesten worden, vrij was). De helft van de ppn. op ieder leeftijdsniveau was at random toegewezen aan een woordenlijst conditie en de andere helft aan een plaatjeslijst conditie. De eerste conditie bevatte een lijst met concrete zelfstandige naamwoorden en de tweede conditie een lijst met lijntekeningen van de objecten die door deze woorden waren aangegeven. Elke lijst bestond uit de volgende 16 items, die in iedere studieronde in random-volgorde werden aangeboden: schoen, pijp, spijker, slang, baby, boek, appel, auto, vogel, stoel, kat,

Tab. 1 — LTM-proces interpretaties van de 11 parameters van het twee-stadia model

Parameter	Interpretatie
<i>OPSLAG EN RETENTIE</i>	
a'	Waarschijnlijkheid van item-opslag in het lange-termijn geheugen in de eerste studieronde
a	Waarschijnlijkheid van opslag in een van de studierondes na de eerste
$1-f$	Waarschijnlijkheid van retentie van opslag tussen de eerste en tweede testronde
<i>ALGORITMISCH OPHALEN</i>	
b'	Waarschijnlijkheid van het verwerven van een ophaalalgoritme voor items in de eerste studieronde, gegeven dat de items ook opgeslagen worden in die ronde
b	Waarschijnlijkheid van de verwerving van een ophaalalgoritme voor items in iedere studieronde na de eerste, gegeven dat de items ook in die latere ronde worden opgeslagen (de parameters b' en b kunnen worden samengevat als metende het <i>annex-opslag algoritmisch ophalen</i>)
c	Waarschijnlijkheid van het verwerven van een ophaal-algoritme na een succes in Toestand P
d	Waarschijnlijkheid van het verwerven van een ophaal-algoritme na een fout in Toestand P (de parameters c en d kunnen worden samengevat als metende het <i>post-opslag algoritmisch ophalen</i>)
<i>HEURISTISCH OPHALEN</i>	
$1-r$	<i>Heuristisch ophalen</i> , in termen van de waarschijnlijkheid van een succesvolle reproductie van Toestand P items die in deze toestand geraken in de eerste studieronde
$1-e$	<i>Heuristisch ophalen</i> , in termen van de waarschijnlijkheid van een succesvolle reproductie van Toestand P items die in deze toestand geraken in een studieronde na de eerste (de parameters $1-r$ en $1-e$ kunnen, omdat ze vroege P -toestandsmetingen betreffen, samengevat worden als metende het <i>vroege heuristisch ophalen</i>)
g	Waarschijnlijkheid dat, voor elke willekeurige opeenvolging van twee studierondes in Toestand P , onsuccesvol <i>heuristisch ophalen</i> (fout) gevolgd wordt door succesvol heuristisch ophalen (succes)
h	Waarschijnlijkheid dat, voor elke willekeurige opeenvolging van twee studierondes in Toestand P succesvol <i>heuristisch ophalen</i> wordt gevolgd door succesvol heuristisch ophalen (de parameters g en h kunnen, omdat ze latere P -toestandsmetingen betreffen, samengevat worden als metende het <i>late heuristisch ophalen</i>)

klok, jurk, boom, ster en tafel. Deze items zijn vertalingen van Amerikaanse items ontleend aan de concreetheidsnormen van Paivio, Yuille & Madigan (1968) en aan de bekendheidstellingen van Thorndike-Lorge (A of AA categorieën). De experimentale taak werd individueel afgenomen.

Een lijst moest geleerd worden in cycli waarin een studieronde gevolgd werd door een distractietaak, die weer gevolgd werd door een testronde. Bij iedere studieronde werden de items één voor één aangeboden met een presentatieduur per item van 5 seconden. Om potentiële verschillen die aan lees- of benoemmoelijkheden te wijten zouden kunnen zijn te vermijden, sprak de proefleider de naam van ieder item uit ten tijde van de visuele presentatie en deze naam werd door het kind herhaald. Nadat alle items gepresenteerd waren, moest de proefpersonen gedurende 30 seconden een distractietaak uitvoeren welke bestond uit het omcirkelen van paren letters op een voorgedrukt vel. Deze taak diende om kortetermijn geheugeneffecten uit te schakelen. Hierna volgde een testronde, waarin de proefpersonen werd gevraagd zoveel mogelijk items te noemen als hij/zij zich kon herinneren. Een testronde werd afgebroken wanneer 30 seconden verstreken zonder een respons. Deze cycli (studieronde, distractietaak, testronde) werden gecontinueerd totdat het kind een verwervingscriterium had bereikt van twee opeenvolgende foutloze testrondes. De enige uitzondering op de genoemde cycli vond plaats in de eerste cyclus. Hier werd, in overeenstemming met een methodologische eis van het twee-stadia model (zie Brainerd et al., 1982a, b), na de eerste testronde niet doorgegaan met een studieronde, maar volgde eerst nog een tweede distractietaakafname en een tweede testronde. In iedere testronde werden door de proefleider de correct gereproduceerde items gescoord met een „0” en de niet gereproduceerde items met een „1”.

RESULTATEN

Parameterschattingen en goodness-of-fit bepalingen

Voor details omtrent de statistische methoden en computerprogramma's (o.a. maximum likelihood statistiek en optimalisatie d.m.v. de simplex methode), die nodig zijn om vanuit de experimentele data de parameters te schatten, verwijzen wij naar Brainerd (1985) en Brainerd et al. (1982b). Het resultaat van de toepassing van deze methoden vindt men in Tabel 2.

Teneinde de goodness-of-fit van het toegepaste model te bepalen dienen twee typen tests te worden uitgevoerd. Ten eerste moet vastgesteld

Tab.2 — Maximum likelihood schattingen van de parameters van het leerstadiummodel voor twee lijstcondities en drie leeftijdsgroepen MLK-kinderen

	opslag en retentie van item representaties			verwerving van een ophaalalgoritme				heuristisch ophalen			
	a'	a	$1-f$	annex- opslag		post- opslag		vroeg		laat	
				b'	b	c	d	$1-r$	$1-e$	g	h
8-jarigen											
plaatjes	.36	.55	1.00	.34	.17	.15	.35	.76	.73	.47	.59
woorden	.26	.40	1.00	.31	.22	.00	.34	.81	.59	.25	.58
11-jarigen											
plaatjes	.44	.55	1.00	.16	.00	.28	.27	.86	.59	.64	.76
woorden	.31	.42	1.00	.20	.00	.17	.37	.81	.64	.49	.66
14-jarigen											
plaatjes	.48	.68	1.00	.08	.03	.38	.00	.89	.54	.78	.89
woorden	.34	.65	1.00	.09	.00	.25	.32	.83	.52	.52	.68

worden of het huidige twee-stadia model *noodzakelijk* is, of dat een simpeler één-stadium model voldoet. Ten tweede moet bepaald worden in hoeverre het twee-stadia model *voldoende* is. Dit wil zeggen, dat het model de experimentele data tot een voldoende hoogte moet „insluiten”, zodat niet een meer gecompliceerd model vereist blijkt te zijn. Omdat de rapportage van de noodzakelijkheids- en voldoende-bepalingen veel ruimte zou vragen, en bij herhaling is aangetoond dat het twee-stadia model een goede „fit” levert van „recall”-data van kinderen (Brainerd, 1985) beperken we ons hier tot een korte samenvatting van de test-uitslagen. De noodzakelijkheidstest: de nulhypothese dat een één-stadium model een even goede benadering van de data geeft als het twee-stadia model, kan getest worden met gebruikmaking van een „likelihood-ratio” statistiek die asymptotisch gedistribueerd is als χ^2 (5) (zie Brainerd et al., 1982b; Equation 38). Na het uitvoeren van deze 6 (2 lijstcondities en 3 leeftijdsniveaus) noodzakelijkheidstests bleken de χ^2 (5) waarden de .05 critische waarde van 11.07 in ieder geval grotelijks te overschrijden. Naar aanleiding hiervan kan geconcludeerd worden dat het leren tot criterium van de kinderen in het huidige experiment op z'n minst een twee-stadia proces is.

Vervolgens werden de voldoende-tests uitgevoerd, waarin de verkregen en voorspelde distributies van verscheidene bekende leerstatistieken (aantal fouten voor het eerste succes, aantal fouten na het eerste succes, lengte van successen-ketens voor de laatste fout, laatste testronde waarin een fout voorkwam, totaal aantal fouten, leercurve) met elkaar vergeleken werden (zie Equations 47-52 in Brainerd et al., 1982b). Deze tests, voor ieder van de afzonderlijke lijstcondities apart voor iedere leeftijds-groep, wezen uit dat de verkregen en voorspelde distributies goed correspondeerden. De resultaten van de noodzakelijkheids- en voldoende-tests te zamen laten er weinig twijfel over bestaan, dat ook voor MLK-kinderen, het „free recall”-leren tot criterium door een twee-stadia model zeer dicht benaderd wordt.

Vergelijkingen tussen de parameterwaarden

De analyses hielden in het in drie stappen uitvoeren van standaard likelihood-ratio tests (zie Brainerd et al., 1982b). Eerst werd een *experimentsgewijze* test gedaan om te bepalen of de parameterwaarden (Tabel 2) tussen de condities van het experiment als geheel verschilden (zie Brainerd et al., 1982b; Equation 53). Het numerieke resultaat was $\chi^2(66) = 456.23$, $p < .0001$. De verdere stappen brachten met zich mee het berekenen van een serie *conditiegewijze* tests (dit om te bepalen of er binnen relevante conditie-paren *globale* aanwijzingen waren voor statistisch significante verschillen tussen de parameter-waarden van de ene conditie versus die van de andere) en tot slot een serie *parametergewijze* tests om per parameter te bepalen of haar waarde in de ene conditie verschilde van die van de andere. In dit rapport is de interesse gericht op twee hoofdssets vergelijkingen, die respectievelijk drie en vier conditiegewijze paarvormingen met zich meebrachten. De eerste set is relevant voor de vraag naar plaatjes-woorden verschillen; de tweede is relevant voor leeftijdsverschillen.

Plaatjes-woorden effecten. De numerieke resultaten van de drie conditiegewijze tests om plaatjes-woorden verschillen te bepalen, waren: $\chi^2(11) = 76.11$, $p < .001$ (8-jaar oude MLK-kinderen); $\chi^2(11) = 69.05$, $p < .001$ (11-jaar oude MLK-kinderen); $\chi^2(11) = 56.05$, $p < .001$ (14-jaar oude MLK-kinderen). Om de nadere aard van de parameterverschillen te bepalen voor de conditie-paren, werd een serie *parametergewijze* tests uitgevoerd. Elk van deze tests is gedistribueerd als $\chi^2(1)$. (Zie Equation 55 in Brainerd et al., 1982b).

De *parametergewijze* tests gaven bij 8- en 11-jarigen voor zowel *a'* als

a hogere waarden aan in de plaatjesconditie dan in de woordenconditie. Dus, de plaatjes waren gemakkelijker *op te slaan* dan woorden in zowel de eerste studieronde (zoals gemeten door *a'*) als de volgende studierondes (zoals gemeten door *a*) voor de twee jongere leeftijdsgroepen. Vergeleken met deze twee groepen was er echter bij de oudste leeftijdsgroep een lichte afname van het plaatjessuperioriteitseffect bij de opslagprocessen te bespeuren, aangezien hier alleen *a'* betrouwbaar groter was voor plaatjes dan voor woorden. (De gemiddelde plaatjessuperioriteit was respectievelijk .13 en .13 voor de 8- en 11-jarigen en .08 voor de 14-jarigen).

Geen verschil werd geobserveerd in het *retentie*-vermogen van de kinderen na opslag van een itemrepresentatie (zoals gemeten door 1-f). *Algoritmisch ophalen*: 8-jaar oude MLK-kinderen hadden bij plaatjes minder moeite met het verwerven van een ophaal-algoritme na een succes (zoals gemeten door *c*) dan bij woorden, terwijl plaatjes-woorden verschillen in de overige parameters van het algoritmisch ophalen (zoals gemeten door *b'*, *b* en *d*) niet statistisch betrouwbaar waren. Waar bij de 11- en 14-jarigen eveneens hogere waarden voor het algoritmisch ophalen na een succes (zoals gemeten door *c*) bij plaatjes vergeleken met woorden gevonden werden, was anderzijds het algoritmisch ophalen na een fout (gemeten door *d*) betrouwbaar beter voor woorden dan voor plaatjes. Ontwikkelingspsychologisch kon het volgende geconstateerd worden: de grootte van het plaatjesvoordeel op parameter *c* bleef leeftijdsinvariant. (.15 bij 8-jarigen, .11 bij 11-jarigen en .13 bij 14-jarigen). In contrast hiermee was er voor de woordsuperioriteit van parameter *d* wel sprake van een ontwikkelingstrend: -.01, .10 en .32 bij respectievelijk 8-, 11- en 14-jarigen.

Tenslotte was er sprake van een duidelijk plaatjes-effect bij de parameters van het *heuristisch ophalen*. Zowel het vroege heuristisch ophalen (zoals gemeten door 1-e bij 8-jarigen) als de latere heuristische ophaalgedragsaspecten (gemeten door *g* voor alle drie leeftijdsniveaus en door *h* voor 11- en 14-jarigen) vertoonden hogere waarden voor plaatjes dan voor woorden. (De overige parameterverschillen per leeftijdsniveau waren statistisch niet betrouwbaar). Voor slechts één parameter (*h*) werd een ontwikkelingseffect in plaatjessuperioriteit gevonden: .01, .10 en .21 voor resp. 8-, 11- en 14-jarigen.

Leeftijdseffecten. De numerieke resultaten van de vier conditiegewijze tests bij het onderzoeken van de leeftijdsverschillen waren: $\chi^2(11) = 43.22$, $p < .001$ (8-jarigen versus 11-jarigen; plaatjes); $\chi^2(11) = 57.47$,

$p < .001$ (8-jarigen versus 11-jarigen; woorden); $\chi^2 (11) = 66.91$, $p < .001$ (11-jarigen versus 14-jarigen; plaatjes); en $\chi^2 (11) = 49.20$, $p < .001$ (11-jarigen versus 14-jarigen; woorden). Op basis van transitieve inferentie kan ingezien worden, dat de 14-jarigen significant verschilden van de 8-jarigen op zowel plaatjes als woorden. Wat betreft de *opslagprocessen* waren de verschillen tussen de 8-jarigen en 11-jarigen minimaal. Meer specifiek: 11-jarigen kinderen vertoonden een hogere waarde op a' voor de plaatjesconditie, maar geen verschillen werden gevonden voor de woordenconditie. Bij de 11- en 14-jarigen echter waren na de eerste studieronde de opslagverschillen betrouwbaar voor zowel plaatjes als woorden (gemeten door a). De 14-jarigen vergeleken met de 8-jarigen vertoonden een aanzienlijke toename op beide opslagparameters voor plaatjes en woorden (voor plaatjes waren de toenames van a' en a respectievelijk .12 en .13, terwijl voor woorden deze toenames respectievelijk .08 en .25 waren). Geen leeftijdsverschillen werden gevonden op de *retentie*-parameter (zoals gemeten door $1-f$).

Bij het *algoritmisch ophalen* kon een aantal curieuze ontwikkelingseffecten geconstateerd worden. Voor wat betreft parameter c werden als functie van leeftijd consistente toenames bij plaatjes en woorden gevonden: bij plaatjes waren de toenames voor 11- versus 8-jarigen en 14- versus 11-jarigen respectievelijk .13 en .10, en bij woorden respectievelijk .17 en .08. Dus de waarschijnlijkheid van het verwerven van een ophaalalgoritme na een succes in toestand P neemt betrouwbaar toe met de leeftijd voor zowel plaatjes als woorden. Scherp in contrast hiermee stonden echter de overige drie algoritmisch-ophalen parameters bij plaatjes als functie van toenemende leeftijd: hier werden op b' , b en d systematisch afnemende waarden gevonden. Een soortgelijk patroon kon bij woorden geobserveerd worden op twee van de vier parameters (b' en b), terwijl op één parameter (d) geen leeftijdsverschillen werden gevonden.

Bij het *heuristisch ophalen* werden in de plaatjesconditie leeftijdsverschillen gevonden op parameter $1-e$ (de numerieke grootte was .14 voor 8- versus 11-jarigen). De jonge kinderen waren dus beter dan de oudere kinderen in het heuristisch ophaalgedrag in toestand P na de eerste studieronde. Ook waren de 11-jarigen beter in heuristisch ophalen voor woorden op parameter $1-e$ dan 14-jarigen. Voor de $1-r$ parameter lag de ontwikkeling iets gunstiger. Zowel de 11- als 14-jarige kinderen vertoonden bij plaatjes hogere waarden op deze parameter dan de 8-jarigen, terwijl bij woorden de $1-r$ parameterwaarden stabiel bleven voor de drie leeftijdsgroepen. Verdere, ditmaal positieve ontwikke-

lingseffecten werden geobserveerd op toestand-*P* testrondes die waren voorafgegaan door een fout (zoals gemeten door parameter *g*) en voor de toestand-*P* testrondes die waren voorafgegaan door een succes (zoals gemeten door parameter *h*). Hier presteerden de 14-jarigen beter dan de 11-jarigen, die op hun beurt weer beter presteerden dan de 8-jarigen.

DISCUSSIE

Eerst geven we in deze discussie een samenvatting van en commentaar op de opslag/retentie-resultaten en vervolgens komen de ophaal-resultaten aan de orde. Met betrekking tot de geheugen-opslag bleken bij 8- en 11-jarigen plaatjes gemakkelijker op te slaan dan woorden in zowel de eerste als latere studierondes (respectievelijk gemeten door *a'* en *a*). Bij de 14-jarigen gold dit echter alleen nog maar voor de *a'* parameter. Wat betreft opslag-ontwikkelingseffecten bij woorden en plaatjes werden tussen 8- en 11-jarigen nauwelijks betrouwbare verschillen op de parameters *a'* en *a* gevonden. Dit resultaat komt overeen met gegevens in eerdere studies (Brainerd, 1985; Howe et al., 1985) van 8- en 11-jarige normaal-lerende kinderen (NL-kinderen) uit het reguliere onderwijs, waarbij eveneens minimale opslag-ontwikkelingseffecten gevonden werden in dezelfde taak als die van de huidige MLK-kinderen. Dit wil overigens niet zeggen dat ook in absolute zin de 8- en 11-jarige MLK-kinderen dezelfde numerieke opslag-parameterwaarden als hun leeftijdsgenoten van het andere schooltype vertoonden. Voor de 8- en 11-jarige MLK-kinderen waren deze aanzienlijk lager. De waarden van de opslagparameters bij de 14-jarige MLK-kinderen echter, die immers vooral op parameter *a*, bij zowel plaatjes als woorden, aanzienlijk hoger waren dan die van hun jongere schoolgenoten, blijken in absolute zin wel het niveau van de 11-jarige NL-kinderen te halen (vergelijk de data in Howe et al., 1985, p. 1126).

Geen ontwikkelingseffecten werden bij de MLK-kinderen gevonden op het gebied van de retentie tussen de eerste twee testrondes. Direct moet echter gezegd worden, dat de retentie ook moeilijk beter kón zijn: zelfs voor de jongste kinderen was zij bij zowel woorden als plaatjes perfect. Ook dit gegeven is parallel aan data van NL-kinderen (Howe et al., 1985).

Laten we nu de resultaten op het gebied van het ophalen nader bezien en eerst de aandacht richten op het heuristisch ophalen. Gemiddeld over de vier parameters was er bij iedere MLK-leeftijdsgroep sprake van plaatjesconditie-superioriteit, die overigens het meest uitgesproken was

bij de 14-jarigen, en verder bij alle drie leeftijdsgroepen overwegend gelocaliseerd kon worden in het late heuristische ophalen. Dit gegeven is interessant om twee redenen. Ten eerste omdat het compatibel is met bevindingen bij NL-kinderen en ten tweede omdat het verdere geloofwaardigheid verschaft aan de in de inleiding genoemde conclusie dat plaatjesconditie-effecten hun bron niet alleen in opslagprocessen hebben (Brainerd, 1985; Howe et al., 1985). Een verder interessant aspect van de data omtrent het heuristisch ophalen is, dat per MLK-leeftijdsgroep het totaal gemiddelde over de 4×2 parameterwaarden (voor 8-, 11- en 14-jarigen resp. .60, .68 en .71) zeer dicht in de buurt ligt van de door Brainerd (1985) genoemde waarde van .68 die gemiddeld over een serie „free recall” experimenten door NL 8-11 jarigen bij het heuristisch ophalen gehaald werd. Ook de door Brainerd (1985) gesignaleerde locale trends in de heuristisch-ophalen data van NL-kinderen vinden we terug bij de MLK-leerlingen. Zo is er bijvoorbeeld óók bij de 8-11-jarige MLK-kinderen sprake van hogere gemiddelde waarden bij het vroege heuristisch-ophalen dan bij het late. Tevens zijn ontwikkelingen bij MLK-kinderen, net als bij de 8-11-jarige NL-kinderen, beperkt tot het late heuristisch ophalen. Hier is echter een nadere kwalificatie op zijn plaats. Waar bij de NL-kinderen de ontwikkelingen binnen het late heuristisch ophalen zich verder inperken tot de g -parameter (succesvol heuristisch ophalen na een voorafgaande falende ophaal-heuristiek), blijken bij de MLK-kinderen de ontwikkelingen voor zowel de g - als de h -parameter (succesvol heuristisch ophalen na een voorafgaande succesvolle ophaal-heuristiek) te gelden.

Het is de vraag of de ontwikkeling op de h -parameter, die zich bij de MLK-kinderen ook nog bij de 14-jarigen demonstreert, wel zo positief beoordeeld moet worden. Het effect kan namelijk uitgelegd worden als een te lang, of zelfs rigide verwijlen in de P -toestand, waarbij „buiten-kant”-succesjes immers nog steeds niet omgezet worden in een ophaal-algoritme. Afgezien van dergelijke locale kwalificaties kunnen we echter tot nu toe concluderen, dat noch in de opslag-, noch in de heuristische ophaalaspecten van de huidige memorisatietaak, drastische verschillen tussen normaal-lerende en MLK-kinderen zijn aangetroffen. Anders ligt dit voor de tot slot te bespreken algoritmische ophaalaspecten.

Eerst vatten we kort enige centrale trends samen zoals die voor 8-11-jarige NL-kinderen door Brainerd (1985) en Howe et al. (1985) genoemd worden. Waar bij de jongere NL-kinderen plaatjes-woorden verschillen ontbreken op de parameters b' , b en d , wordt bij deze kinderen plaatjessuperioriteit op de c -parameter gevonden. De plaatjes-

superioriteit op deze parameter handhaaft zich bij de oudere kinderen, maar voor het merendeel der andere parameters ontstaat nu woordsuperioriteit. In feite zijn deze patronen ook terug te vinden in de huidige data van de 8-11-jarige MLK-kinderen, met dit verschil, dat de woordsuperioriteit hier beperkt is tot de *d*-parameter, en dat deze woorden-superioriteit niet ontstaat — zoals bij NL-kinderen het geval is — door een grotere stijging van woordconditie-parameterwaarden vergeleken met die van de parameterwaarden in de plaatjesconditie, maar door een daling hiervan terwijl de woordconditie-parameterwaarden constant blijven. Deze relatieve afwijking is echter minder drastisch dan bij andere trends in de algoritmisch-ophalen data van de MLK-kinderen, reden waarom we er in dit artikel niet verder op in gaan.

We richten ons nu op de gemiddelde datatrends van plaatjes en woorden te zamen. Howe et al. (1985) rapporteren in dit verband voor 8-11-jarige NL-kinderen, als functie van toenemende leeftijd, stijgingen van zowel de annex-opslag parameters (*b'* en *b*) van het algoritmisch ophalen als van de post-opslag parameters (*c* en *d*) van het algoritmisch ophalen. Bovendien is de stijging op de *d*-parameter doorgaans groter dan die op de *c*-parameter (Brainerd, 1985). Brainerd (1985) geeft voor de stijging van de waarden van de *b'* en *b* parameters de plausibele verklaring, dat oudere kinderen minder moeite hebben dan jongere kinderen met het simultaan uitvoeren van twee verschillende operaties (c.q. opslaan en ophalen). Ten aanzien van de $d > c$ trend noteert Brainerd (1985) een „voorschot” op het volwassen patroon, waarin leervooruitgang beperkt is tot studierondes na fouten en waarin studierondes na successen psychologisch ineffectief zijn (Half, 1977).

Ten opzichte van beide genoemde trends vinden we belangrijke afwijkingen wanneer we deze vergelijken met die van de huidige resultaten van de MLK-leerlingen: hier nemen de waarden van de *b'* en *b*-parameters niet toe maar af met stijgende kalenderleeftijd, en wanneer er als functie van toenemende kalenderleeftijd winsten worden geboekt, dan spelen deze zich niet af bij studierondes na fouten maar juist na successen.

Teneinde deze „afwijkingen” te verklaren, stellen we eerst het volgende tentatieve model van normale ontwikkeling voor. Te zamen met andere onderzoekers (b.v. Ross, 1976; Torgesen & Kail, 1980; White, 1970) nemen we aan, dat er zich bij normaal-lerenden tussen de 5 en 7 jaar belangrijke cognitieve veranderingen voltrekken. Vergeleken met het *incidenteel* leren wordt het *selectief* leren steeds belangrijker. Memorisationetaken worden doelgericht aangepakt en er is een „switch” waar-

neembaar van een *fotografisch-acoustische* verwerkingsmodus van te memoriseren stimuli naar een *semantische* verwerkingsmodus. In termen van componenten van ons LTM-model, veronderstellen we dat de laatste modus eerst toegepast wordt bij het *opslaan*, en geleidelijk ook bij het *ophalen*, in eerste instantie d.m.v. *inoefening* bij het post-opslag ophalen (*c* en *d* parameters). Aannemend dat de *b'* en *b*-parameters bij 5 à 6-jarigen het incidenteel leren en de fotografisch-acoustische verwerkingsmodus reflecteren, veronderstellen we op grond van de genoemde verwerkingsmodus-switch een betrekkelijke constantie of zelfs daling van de *b'* en *b*-parameterwaarden in de leeftijdsperiode van 6-8 jaar. De *c* en *d*-parameters echter, zouden activiteit binnen de semantische verwerkingsmodus reflecteren en vanaf 6 jaar een geleidelijke toename laten zien. Vervolgens lijkt het niet onaannemelijk het leeftijdsmoment van waaraf het (normale) kind de tot dan toe vrij separate inoefeningen van de semantische verwerkingsmodus op opslagen ophaalgebied gaat *coördineren*, op 8 jaar te zetten: de *b'* en *b*-parameterwaarden gaan weer „aantrekken”. En, tenslotte, gaat het kind vanaf een jaar of acht, er steeds meer op vertrouwen, dat na toepassing van een bepaald minimum aan semantische opslag- en ophaaloperaties, het niet nodig is aan een goed-gereproduceerd item steeds weer aandacht te geven. Met andere woorden, het „win-stay/lose shift” principe verschijnt en de stijgingen van waarden op de *d*-parameter zijn groter dan die op de *c*-parameter.

Tot zover onze schets van de normale ontwikkeling van het memoriseren. Natuurlijk is nadere experimentatie ten bewijze van de geldigheid van bepaalde aspecten vereist. Zo missen we momenteel nog relevante Markov-model data van 6-jarige of nog jongere kinderen. Met één belangrijke extra assumptie accommodeert bovenstaande schets echter al wel ruwweg de „afwijkende” MLK-data. De assumptie is die van een globale ontwikkelingsachterstand van zo'n minimaal drie jaar, hetgeen betekent dat de 8-10-jarige MLK-leerlingen cognitief equivalent zijn aan NL 5-6-jarigen. De MLK-leerlingen zijn het incidenteel leren via de fotografisch-acoustische verwerkingsmodus aan het opgeven (afnames in de parameters *b'* en *b*) ten gunste van de semantische verwerkingsmodus. Jaren van inoefening in deze modus liggen voor de boeg, waarbij met name het ontwikkelen van ophaalstrategieën in de semantische modus aandacht vraagt (stijgingen van waarden van parameters van het late heuristische ophalen en het post-opslag algoritmisch ophalen).

Gecoördineerd opslaan en ophalen in de semantische modus (relatieve stijging van de *b'* en *b* parameterwaarden) is er echter zelfs voor de

14-jarige MLK-leerlingen nog niet bij. Evenmin zijn er tekenen, dat als functie van toenemende leeftijd bij MLK-kinderen, het post-opslag verwerven van een ophaal-algoritme in toenemende mate via een „win-stay/lose-shift” strategie gebeurt. Het zou kunnen — zoals we boven suggereerden — dat toepassing van deze strategie een zeker minimum aan semantische verwerkingsvaardigheden veronderstelt. MLK-leerlingen zouden dan nog niet over dit minimum beschikken. Toch lijkt ons dit zeker voor de 14-jarigen geen acceptabele gedachte. Aantrekkelijker is wellicht hier simpel van een strategie-productie deficit (Flavell, 1977) uit te gaan. Dit houdt in, dat we zeker voor de oudere MLK-leerling profijt verwachten van een expliciete instructie in de strategie onder discussie. Ook zien we school-pedagogische toepassingsmogelijkheden in de techniek van „selective reminding” (Buschke, 1974). Dit zijn inderdaad de typen vervollexperimenten die we plannen.

REFERENTIES

- Bower, G.H., & Theios, J. (1964). A learning model for discrete performance levels. In R.C. Atkinson (Ed.), *Studies in mathematical psychology*. Stanford, CA.: Stanford University Press.
- Brainerd, C.J. (1985). Model-based approaches to storage and retrieval development. In C.J. Brainerd & M. Pressley (Eds.), *Basic processes in memory development research: Progress in cognitive development research*. New York: Springer Verlag.
- Brainerd, C.J., & Howe, M.L. (1982). Stages-of-learning analysis of developmental interactions in memory, with illustrations from developmental interactions in Picture-Word effects. *Developmental Review*, 2, 251-273.
- Brainerd, C.J., Howe, M.L., & Desrochers, A. (1982a). The general theory of two-stage learning: A mathematical review with illustrations from memory development. *Psychological Bulletin*, 91, 634-665.
- Brainerd, C.J., Howe, M.L., & Kingma, J. (1982b). An identifiable model of two-stage learning. *Journal of Mathematical Psychology*, 26, 263-293.
- Brainerd, C.J., Howe, M.L., & Kingma, J. & Brainerd, S.H. (1984). On the measurement of storage and retrieval factors in development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 37, 478-499.
- Buschke, H. (1974). Components of verbal learning in children: Analysis by selective reminding. *Journal of Experimental Child Psychology*, 18, 488-496.
- Campione, J.C., Brown, A.L., & Ferrara, R.A. (1982). Mental retardation and intelligence. In R.J. Sternberg (Ed.), *Handbook of human intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- Ellis, N.R. (1970). Memory processes in retardates and normales. In N.R. Ellis (Ed.), *International review of research in mental retardation*, (Vol. 4). New York: Academic Press.
- Ellis, N.R. (1979). *Handbook of mental deficiency, psychological theory and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Evans, R.A. (1970). Use of associative clustering techniques in the study of reading disability: Effect of presentation mode. *American Journal of Mental Deficiency*, 74, 765-770.
- Evans, R.A., & Bilsky, L.H. (1979). Clustering and categorical list retention in the mentally retarded. In N.R. Ellis (Ed.), *Handbook of mental deficiency, psychological theory and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Flavell, J.H. (1977). *Cognitive development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Gerjuoy, I.R., & Winters, J.J. (1970). Subjective organization by EMR adolescents in free recall: Bimodal presentation. *American Journal of Mental Deficiency*, 74, 509-516.
- Glidden, L.M. (1979). Training of learning and memory in retarded persons: Strategies, techniques, and teaching tools. In N.R. Ellis (Ed.), *Handbook of mental deficiency, psychological theory and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Greeno, J.G. (1974). Representation of learning as discrete transition in a finite space. In D.H. Krantz, R.C. Atkinson, R.D. Luce & P. Suppes (Eds.), *Contemporary developments in mathematical psychology*, (Vol. 1). San Francisco: Freeman.
- Greeno, J.G., James, C.T., DaPolito, F., & Polson P.G. (1978). *Associative learning: A cognitive analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Half, H.M. (1977). The role of opportunities for recall in learning to retrieve. *American Journal of Psychology*, 90, 383-406.
- Howe, M.L., Brainerd, C.J., & Kingma, J. (1985). Storage-retrieval processes of normal and learning-disabled children: A stages-of-learning analysis of picture-word effects. *Child Development*, 56, 1120-1133.
- Kee, D.W., Bell, T.S., & Davis, B.R. (1981). Developmental changes in the effects of presentation mode on the storage and retrieval of noun pairs in children's recognition memory. *Child Development*, 52, 268-279.
- Kingma, J., & Kooops, W. (1983). Het Markov-model: een bruikbaar instrument voor ontwikkelingspsychologisch onderzoek. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie*, 38, 389-393.
- Paivio, A., Yuille, J.C., & Madigan, S.A. (1968). Concreteness, imagery, and meaningfulness values for 925 nouns. *Journal of Experimental Psychology, Monograph*, 76 (1, pt. 2).
- Pressley, M., & Levin, J.R. (1978). Developmental constraints associated with children's use of the keyword method for foreign vocabulary learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 26, 359-372.
- Restle, F. (1965). The significance of all-or-none learning. *Psychological Bulletin*, 62, 313-324.
- Rohwer, W.D., Kee, D.W., & Guy, K.C. (1975). Developmental changes in the effects of presentation media on noun-pair learning. *Journal of Experimental Psychology*, 19, 137-152.
- Ross, A.O. (1976). *Psychological aspects of learning disabilities and reading disorders*. New York: McGraw-Hill.
- Torgesen, J., & Kail, R.V. (1980). Memory processes in exceptional children. In B.K. Keogh (Ed.), *Advances in special education*, (Vol. 1). Greenwich, CT: JAI Press.

White, S.H. (1970). Some general outlines of the matrix of developmental changes between five and seven years. *Bulletin of the Orton Society*, 20, 41-57.

K.P. Van den Bos
Vakgroep Orthopedagogiek
Rijks Universiteit Groningen
Oude Boteringestraat 1
9712 GA Groningen
Nederland

Received January 1986

of

J. Kingma
Dept. of Psychology
University of Alberta
Edmonton, Alberta
Canada T6G 2E9