

# Processen van probleemoplossen: Vergelijking van een Amerikaanse en een Europese visie

E. DE CORTE EN ANNE-MARIE BORREMANS

Afdeling Didactiek en Psychopedagogiek, K.U. Leuven

## Samenvatting

*Het analyseren van de vaardigheid in het probleemoplossen als onderwijsdoel vormt een belangrijk object van onderzoek binnen de huidige onderwijspsychologie. Onder invloed van de cognitieve psychologie worden de processen van het probleemoplossen momenteel in de U.S.A. vooral bestudeerd vanuit de 'information-processing approach'. Een belangrijke stroming in het Europese onderzoek, die haar wortels in ruime mate vindt in de Sovjetunie en die ook bij ons reeds is doorgedrongen, benadert het denken en probleemoplossen vanuit een handelings-psychologische opvatting. Tot nog toe hebben beide richtingen zich vrijwel geheel onafhankelijk van elkaar ontwikkeld. Daardoor ontstaat het gevaar dat ze zich op den duur eerder tegen elkaar zullen afzetten, in plaats van te komen tot een gedachtenwisseling die ongetwijfeld voor beide richtingen vruchtbaar kan zijn. Een dergelijke gedachtenwisseling kan wellicht het best op gang gebracht worden op grond van punten van convergentie tussen de twee benaderingen. In deze bijdrage wordt gepoogd om dergelijke punten van overeenkomst aan te wijzen. Hiertoe wordt exemplarisch het recente onderzoekswerk van Resnick & Glaser besproken, dat aansluit bij de 'information-processing approach'. Hun visie en bevindingen worden daarna geconfronteerd met een actuele handelingsgerichte opvatting in ons taalgebied.*

## 1. Inleiding

Men is het er momenteel vrij algemeen over eens, dat het bevorderen van de vaardigheid in het oplossen van problemen een belangrijke algemene doelstelling van het onderwijs uitmaakt. De vraag wat deze complexe vaardigheid eigenlijk inhoudt, krijgt trouwens vrij veel belangstelling in de literatuur van de laatste jaren. Dit geldt niet alleen voor de Amerikaanse 'instructional psychology' en de Russische onderwijspsychologie, maar evenzeer voor de onderwijspsychologie in het Nederlandse taalgebied

(Wittrock & Lumsdaine, 1977, p. 429; Van Parreren & Van Loon-Vervoorn, 1975; Leren denken, anno 1975).

Een belangrijke ontwikkeling die zich gedurende de laatste tijd heeft voorgedaan in de Amerikaanse 'instructional psychology' is de verschuiving van de behavioristische naar de cognitivistische, procesgerichte benadering van het leren en het onderwijzen. In deze benadering die thans hoe langer hoe meer het gehele domein van de Amerikaanse psychologie doordringt, wordt de mens opgevat als een 'informatieverwerker'. Zoals vaak het geval is met een opkomend studiedomein is het, volgens Resnick (1976, p. 63-64), gemakkelijker voorbeelden van 'information-processing' onderzoek aan te halen dan een volledige en algemeen aanvaarde definitie ervan te geven. Zeer globaal kan men wel stellen dat de 'information-processing research' zich bezighoudt met het verklaren van prestaties op cognitieve taken in termen van verwerken ('processing') van gegevens ('information'); daarbij laat zij zich inspireren door modellen en door de taal uit de computerprogrammering. Dit laatste wil nochtans niet zeggen dat men de digitale computer als model neemt voor het menselijk brein (Hunt & Lansman, 1975, p. 86). De informatieverwerkings-benadering onderscheidt zich duidelijk van de vroegere behavioristische studies, doordat men zich niet beperkt tot de studie van uitwendig constateerbare gedragingen en prestaties, maar probeert door te dringen tot de achterliggende cognitieve processen bij het subject.

Een a.h.w. parallele stroming die voortkomt uit de Russische psychologie, verwerpt eveneens een louter prestatiegerichte benadering en stelt het handelen van de lerende persoon centraal. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat om leerprocessen op gang te brengen, men het handelen van de persoon moet beïnvloeden; door het uitvoeren van handelingen ontstaan bij het subject gedragsmogelijkheden als leerresultaat. Deze visie is in ons taalgebied vooral door Van Parreren (1978) geïntroduceerd.

De 'information-processing approach' en de handelingsbenadering hebben zich tot nog toe onafhan-

kelijk van elkaar ontwikkeld. Dit kwam bijvoorbeeld duidelijk tot uiting in de reeks voordrachten gehouden tijdens de Onderwijsresearchdagen 1978 rond het thema 'strategieën in leer- en onderwijsprocessen' (Kanselaar & Peeck, 1978). Deze toestand kan er in de toekomst gemakkelijk toe leiden dat vooral de verschilpunten tussen beide stromingen beklemtoond en de eventuele overeenkomsten verdoezeld of uit het oog verloren worden. Een gedachtenwisseling tussen de twee richtingen zou nochtans voor beide erg vruchtbaar kunnen zijn. In dit perspectief is het wenselijk om in de nabije toekomst aan vergelijkende studie te doen (vgl. Span, 1978, p. 194-195). In onderhavig artikel willen we hiertoe een aanzet bieden. Het is daarbij niet de bedoeling de problematiek uitputtend te behandelen. Gezien de omvang van de beschikbare literatuur is dit trouwens een erg omvattende en moeilijke opgave, die wellicht het best vanuit deelaspecten kan worden aangepakt. De opzet van deze bijdrage is derhalve beperkt doordat we exemplarisch tewerk gaan. We zullen het enkel hebben over het probleemoplossen als cognitieve activiteit. Daarbinnen bepalen we ons dan nog tot het werk van enkele auteurs. We bespreken eerst het onderzoek van Resnick & Glaser c.s., uitgevoerd aan het Learning Research and Development Center van de University of Pittsburgh. Het werk van deze auteurs dat in ons taalgebied frequent geciteerd wordt, kadert enerzijds in de 'information-processing approach' en weerspiegelt anderzijds het terug opnemen van en het voortbouwen op tendensen uit de denkpsychologie van de dertiger jaren. Hun visie willen we dan confronteren met de opvattingen van Van Parreren over probleemoplossen, die ten onzent ongetwijfeld reeds ruimer bekend zijn via recente publikaties van deze auteur, waarnaar zal worden verwezen.

## 2. Resnick & Glaser's model voor het oplossen van problemen

Volgens Resnick & Glaser (1976) is het vermogen om problemen op te lossen een belangrijk aspect van de intelligentie. Zij menen dat een nauwkeurige analyse van het oplossingsgedrag een middel vormt om de psychologische processen te verhelderen die het intellectueel functioneren uitmaken. Ze gebruiken z.g. 'inventieproblemen' als onderzoeksmateriaal om de betreffende mechanismen te bestuderen. Om zulke problemen op te lossen wordt van het individu verwacht dat hij door combinatie van kennis en vaardigheden die hij reeds ter beschikking heeft, zelfstandig een antwoord vindt dat voor hem relatief

nieuw is. Wanneer de persoon daarin slaagt heeft hij een nieuwe bekwaamheid verworven. Hij heeft iets bijgeleerd, waardoor het aanvankelijke probleem in feite voor hem geen probleem meer is; immers bij gelijksoortige opgaven zal het antwoord achteraf op basis van loutere reproductie gegeven kunnen worden. De wijze waarop Resnick & Glaser deze inventieproblemen omschrijven is representatief voor een aantal definities die in de literatuur van het begrip 'probleem' gegeven worden (Resnick & Glaser, 1976, p. 210; Frijda & Elshout, 1976, p. 414).

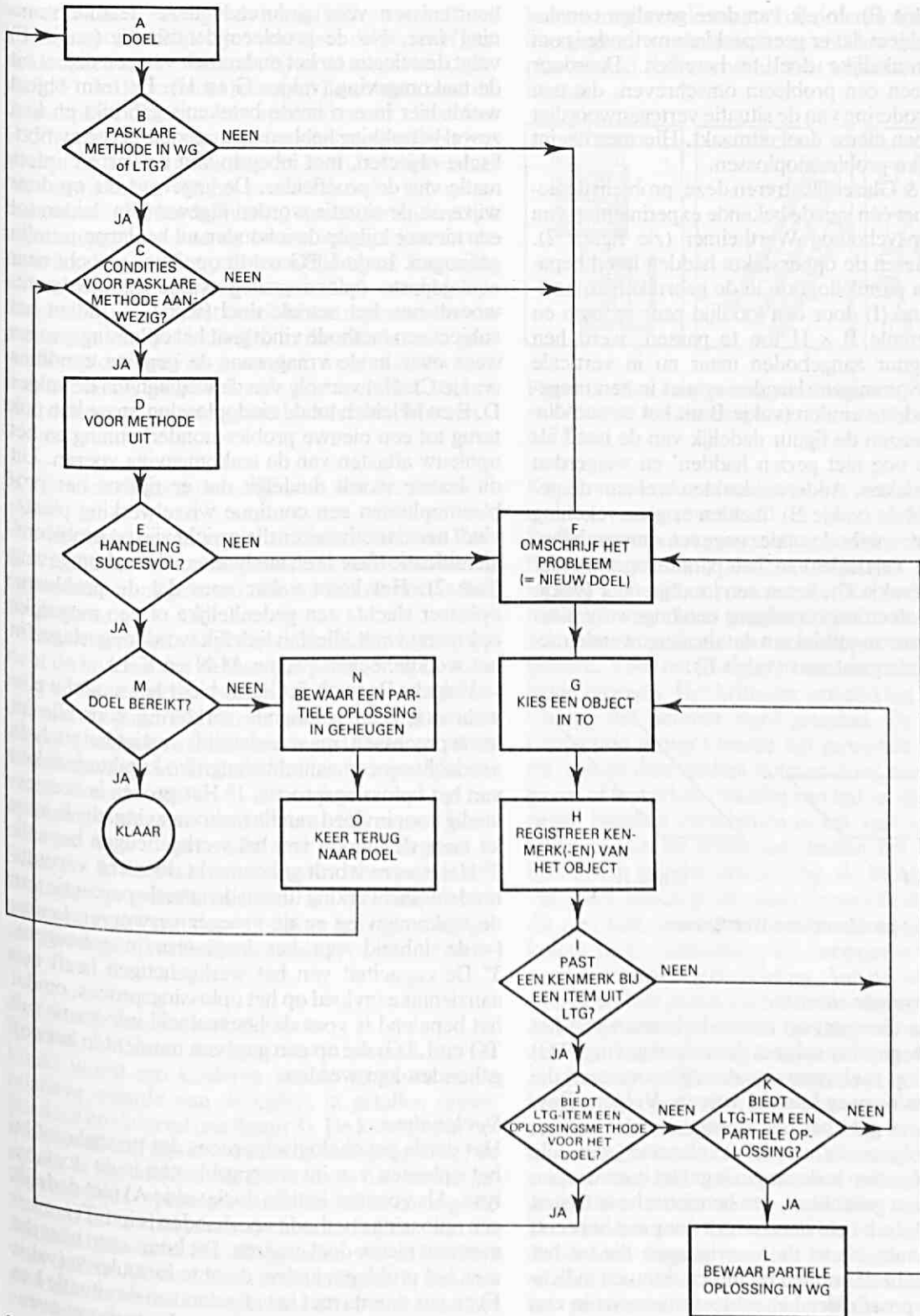
Steunend op enkele begrippen uit de actuele theorieën over informatieverwerking in de V.S., hebben Resnick & Glaser een algemeen hypothetisch model ontwikkeld, waarin sprake is van drie interagerende processen bij het oplossen van inventieproblemen: onderkenning van het probleem ('problem detection'), exploratie van de situatie ('feature scanning') en doelanalyse ('goal analysis') (zie figuur 1). Via deze processen kan de persoon ertoe komen verschillende elementen die reeds tot zijn informatiebezit behoren te actualiseren, te combineren en toe te passen om het gegeven op te lossen.

We zullen thans de drie genoemde processen meer in detail bespreken aan de hand van de weergave van het model in figuur 1 (Resnick & Glaser, 1976, p. 24 e.v.).

### Onderkenning van het probleem

De weg die gevolgd wordt bij het onderkennen van het probleem is op het stroomdiagram afgebeeld van vakje A tot F. Het subject begint met het probleem te encoderen, m.a.w. hij ontwikkelt een interne representatie van het probleem, waardoor in zijn werkgeheugen (WG) een doel tot stand komt (vakje A). Vervolgens zoekt hij in het werkgeheugen of het lange-termijn geheugen (LTG) naar een oplossingsmethode ('routine') die geschikt zou kunnen zijn om het doel, m.n. de oplossing van het probleem, te bereiken (vakje B) (1). Als hij een pasklare methode vindt die onder de gegeven omstandigheden toepasbaar is (vakje C), dan voert hij deze uit (vakje D). Hij gaat verder na of de gestelde handeling doeltreffend is (vakje E) en het probleem er volledig door opgelost is (vakje M).

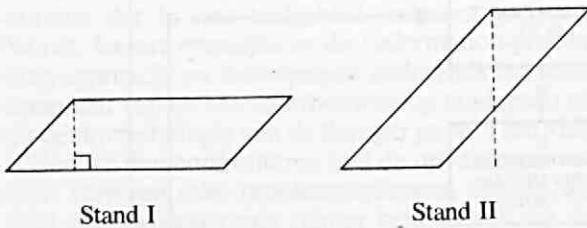
Wat gebeurt er echter als het antwoord op de vragen in de vakjes B, C of E negatief is? Dit betekent respectievelijk dat het subject geen pasklare methode vindt om het probleem op te lossen (vakje B), of dat hij er zich wel één herinnert maar de condities van het probleemmateriaal niet toelaten deze aan te wenden (vakje C), of dat het subject deze ongeschikte methode toch toepast maar dan zonder



Figuur 1 Resnick & Glaser's model voor het oplossen van inventieproblemen (Resnick & Glaser, 1976, p. 212).

succes (vakje E). In elk van deze gevallen constateert het subject dat er geen pasklare methode is om het oorspronkelijke doel te bereiken. Daardoor wordt meteen een probleem omschreven, dat een nieuwe encoding van de situatie vertegenwoordigt en tevens een nieuw doel uitmaakt. Hiermee begint het eigenlijke probleemoplossen.

Resnick & Glaser illustreren deze 'problem detection' fase met één van de bekende experimenten van de Gestaltpsycholoog Wertheimer (zie figuur 2). Nadat kinderen de oppervlakte hadden leren bepalen van een parallellogram in de gebruikelijke horizontale stand (I) door een loodlijn neer te laten en dan de formule  $B \times H$  toe te passen, werd hen dezelfde figuur aangeboden maar nu in verticale stand (II). Sommigen slaagden er niet in een mogelijke methode te vinden (vakje B uit het stroomdiagram); ze wezen de figuur dadelijk van de hand als 'één die ze nog niet gezien hadden' en weigerden verder te zoeken. Anderen dachten wel aan de geleerde methode (vakje B), hielden er geen rekening mee dat deze methode onder gegeven omstandigheden (nl. de verticale van het parallellogram) niet geschikt is (vakje C), lieten een loodlijn neer (vakje D) en constateerden vervolgens een ongewone situatie, waardoor ze ontdekten dat de aangewende methode niet adequaat was (vakje E).



Figuur 2 *Het probleem van Wertheimer*

### *Exploratie van de situatie*

In deze fase die volgt op het onderkennen van het probleem, begint het subject de taakomgeving (TO) af te tasten op zoek naar signalen of evocatoren die tot de oplossingsweg kunnen voeren. Volgens Resnick & Glaser gaat het hier doorgaans niet om het achtereenvolgens exhaustief exploreren van alle mogelijke objecten in de omgeving. Het is eerder een genereren van gedachten, een heuristische activiteit die evenwel sterk beïnvloed wordt door wat het eerst in het oog valt. Naast de aanwijzingen die uit het taakmateriaal zelf kunnen opduiken, kunnen indicaties van de proefleider het subject eveneens in een bepaalde richting sturen.

De vakjes F tot L stellen de opeenvolgende ge-

beurtenissen voor gedurende deze 'feature scanning'-fase. Na de probleemidentificatie (vakje F) volgt de selectie en het onderzoek van een object uit de taakomgeving (vakjes G en H). De term object wordt hier in een brede betekenis gebruikt en kan zowel betrekking hebben op materiële als op symbolische objecten, met inbegrip van de verbale informatie van de proefleider. De gegevens die op deze wijze uit de situatie worden ingewonnen, leiden tot een nieuwe kijk op de inhoud uit het lange-termijn geheugen. In dit LTG wordt opnieuw gezocht naar een gepaste oplossingsweg (vakje I), die beantwoordt aan het actuele doel (vakje J). Indien het subject een methode vindt gaat het oplossingsproces weer over in de vraag naar de gepaste condities (vakje C). Het vervolg van de weg kan via de vakjes D, E en M leiden tot de eindoplossing, maar kan ook terug tot een nieuwe probleemonderkenning en het opnieuw aftasten van de taakomgeving voeren. Uit dit laatste wordt duidelijk dat er tijdens het probleemoplossen een continue wisselwerking plaatsvindt tussen activiteiten die gericht zijn op probleemidentificatie (fase 1) en analyse van de taakomgeving (fase 2). Het komt vaker voor dat de probleemoplosser slechts een gedeeltelijke of een mogelijke oplossing vindt, die dan tijdelijk wordt opgeslagen in het werkgeheugen (vakjes M-N en K-L).

Volgens Resnick & Glaser biedt het model weliswaar nog geen voldoende verklaring voor alle interne processen, maar anderzijds vestigt het toch de aandacht op een aantal belangrijke karakteristieken van het oplossingsproces. 1° Het proces is zeer gevoelig voor invloed van de taakomgeving, die in sterke mate de inhoud van het werkgeheugen bepaalt. 2° Het proces wordt gekenmerkt door een voortdurende wisselwerking tussen de actuele perceptie van de taakomgeving en de vroeger verworven kennis (= de inhoud van het lange-termijn geheugen). 3° De capaciteit van het werkgeheugen heeft een aanzienlijke invloed op het oplossingsproces, omdat het bepalend is voor de hoeveelheid informatie (uit TO en LTG) die op een gegeven moment in het oog gehouden kan worden.

### *Doelanalyse*

Het derde psychologisch proces dat tussenkomt bij het oplossen van inventieproblemen is de doelanalyse. Als voor het initiële doel (vakje A) niet dadelijk een oplossingsmethode voorhanden is in LTG, moet men een nieuw doel creëren. Dit komt erop neer dat men het probleem anders dient te formuleren (vakje F) en pas daarna met het aftasten van de situatie kan beginnen. Deze 'feature scanning' waarborgt evenwel op zichzelf nog niet dat er een oplossing bereikt

wordt. Achtereenvolgende herdefinities van het doel kunnen noodzakelijk zijn, vooraleer de persoon kan achterhalen welke methode hij moet toepassen (vakjes L-F). In dit verband refereren de auteurs naar de Gestaltpsychologen, en speciaal naar Duncker (1935), die het belang van doelmanalyse heeft onderstreept en het oplossingsproces heeft beschreven als 'de ontwikkeling van het probleem zodat het oplosbaar wordt'. De herdefiniëring van doelen tijdens het oplossingsproces kan op tweevoudige wijze tot de ontwikkeling van het probleem bijdragen. Enerzijds is het mogelijk dat het nieuwe doel onmiddellijk aansluiting vindt bij het beschikbare repertorium van methoden van het individu, in die zin dat een passende oplossingsweg gevonden wordt. Anderzijds kan het nieuw geformuleerde probleem het zoeken naar adequate oplossingsmethoden heroriënteren.

### 3. Onderzoekingen ter verificatie van het model

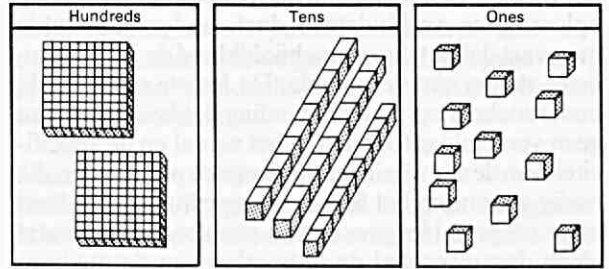
Om het beschreven model te toetsen hebben Resnick & Glaser en hun medewerkers reeds een aantal experimenten uitgevoerd, die we hierna kort zullen bespreken.

Het onderzoek van Resnick & Glaser is erop gericht de invloed van de fase van probleemonderkenning op het verdere verloop van het oplossingshandelen na te gaan. Bij Morris gaat het vooral om het aspect doelmanalyse in interactie met factoren uit de taakomgeving. Mulholland tracht de mogelijke invloed van de variatie in het taakmateriaal op het oplossingsproces te verhelderen. Dit aspect komt ook aan bod in het onderzoek van Pellegrino & Schadler. In deze laatste studie wordt bovendien een strategie geoperationaliseerd en gemanipuleerd, waarvan men veronderstelt dat ze het oplossingsgedrag over een veelheid van taaktypes kan verbeteren.

#### Onderzoek van Resnick & Glaser

Resnick & Glaser werkten met materiaal dat gebruikt wordt om kinderen inzicht te geven in de relatieve waarde van de cijfers in getallen tussen honderd en duizend (zie figuur 3). De kubusjes in het rechtervak van figuur 3 stellen de eenheden voor; de rechthoekjes in het middenvak die bestaan uit tien dergelijke kubusjes representeren de tientallen en de grote staven in het linkervak de honderdtallen. Met dit materiaal kan men dus alle getallen van drie cijfers voorstellen. Als nu echter, zoals in figuur 3, één van de vakken meer dan negen blokken bevat, kan het overeenkomstige cijfer niet onmiddellijk opgetekend worden omdat er niet meer dan één cijfer in dezelfde

kolom mag voorkomen. Tot noteren kan dan pas overgegaan worden, nadat er een inwisseling heeft plaatsgehad (bijvoorbeeld: tien eenheden voor één tiental).



Figuur 3 Een configuratie van blokken bij het notatieprobleem uit het onderzoek van Resnick & Glaser (1976, p. 218)

Kinderen van de eerste klas – het aantal is niet vermeld – werden verdeeld in twee oefengroepen. Beide groepen kregen training zowel in het noteren ('notation routine') als het inwisselen ('exchange routine'). De twee routines werden evenwel onafhankelijk van elkaar geoefend, d.w.z. dat het inwisselen niet in verband met noteeropgaven werd aangeleerd. Voor het inwisselen was de training gelijk in beide groepen. Het kritische verschil lag in de wijze waarop het noteren werd getraind. De ene groep ('detection group') leerde het passende cijfer voor elk van de drie vakken noteren door een aantal opgaven af te werken, waarbij van tijd tot tijd meer dan negen blokken verschenen in het vak van de tientallen of van de eenheden. Indien het kind dadelijk, d.w.z. zonder inwisseling, de blokken in zo'n vak wilde opschrijven, wees de proefleider erop dat dit niet kon, omdat er slechts één cijfer in iedere kolom mag voorkomen; hij verwees evenwel niet naar de inwisselingshandeling. Aan de tweede groep ('no-detection group') werd het noteren geleerd door oefeningen met nooit meer dan negen voorwerpen in een vak. Na de training in beide routines (noteren en inwisselen) volgde de inventiefase. Alle kinderen kregen tien opgaven in het noteren van een gegeven configuratie van blokken, waarbij er regelmatig moest ingewisseld worden. Telkens wanneer een subject daar niet spontaan toe overging, gaf de proefleider steeds meer expliciete aanwijzingen. De onderzoekers wilden met de beschreven opzet de invloed nagaan van het al ('detection group') of niet ('no-detection group') vertrouwd zijn met het proces van probleemidentificatie op het verdere verloop van het oplossingsgedrag. Geen enkel kind uit de 'detection' groep ging ertoe over twee

getallen te schrijven in een vak, hetgeen wel de typische foutieve reactiewijze was van alle subjecten uit de 'no-detection' groep. In de 'detection' groep was er dus duidelijk sprake van probleemvinding. Dit bleek dus wel het aanvaarden van een foutieve oplossing te verhinderen, doch anderzijds stelde men vast dat het de waarschijnlijkheid de juiste reactie te stellen niet verhoogde. Dit laatste maakten de onderzoekers op uit de bevinding dat beide groepen geen verschil vertoonden in het aantal en de specificiteit van de aanwijzingen vanwege de proefleider, die nodig waren om het inwisselingsgedrag bij het kind op te roepen. Het proces van probleemidentificatie bleek dan weer wel de uitvoering van de inwisselingsoperaties te vergemakkelijken. Elk kind in de 'no-detection' groep maakte een klassieke inwisselingsfout, waarbij er geen equivalentie werd bewaard; bijvoorbeeld tien eenheden uit het derde vak wegnemen, maar hiervoor geen tiental in het tweede vak in de plaats leggen. Door alle kinderen in de 'detection' groep werden beide componenten van het inwisselen correct uitgevoerd. Om deze laatste bevinding te verklaren stellen Resnick & Glaser twee zuiver hypothetische doelstructuren van beide groepen tegenover elkaar.

De kinderen uit de 'detection' groep starten met de doelstelling 'notate' en gaan vervolgens na of dit noteren zonder meer kan toegepast worden. Een negatief antwoord leidt hen tot het zoeken naar andere oplossingsmogelijkheden tot het doel 'exchange' bij hen opkomt, hetgeen twee subdoelen veronderstelt, nl. wegnemen en verplaatsen. Als aan beide subdoelen voldaan is, kan het noteren plaatsvinden. De kinderen uit de 'no-detection' groep vertrekken eveneens van de doelstelling 'notate', maar in tegenstelling tot de vorige subjecten passen ze het noteren dadelijk toe. Daar de proefleider erop attent maakt dat er teveel voorwerpen zijn, wordt het kind ertoe gebracht van de overtollige stukken af te geraken. Dit kan bereikt worden door eenvoudig het aantal te reduceren, waarna het noteren plaatsvindt.

In de 'detection' groep zou het onderkennen van een probleem dus leiden tot een doelstructuur, die het afwerken van een volledige 'exchange routine' met zich brengt. Door gebrek aan probleemidentificatie in de andere groep ontwikkelt zich een doeloopvolging, die slechts een gedeeltelijke actualisering van deze routine tot gevolg heeft. Het subdoel verplaatsen wordt namelijk nooit geactiveerd door de afwezigheid van het complexe doel 'exchange'.

Volgens Resnick & Glaser suggereren de bevindingen van dit onderzoek dat het proces van probleem-

identificatie uit hun model (vakjes A tot F) inderdaad een belangrijk deelaspect van het inventieproces vertegenwoordigt. Immers de wijze waarop het probleem van bij de aanvang van het zoeken gecodeerd of gerepresenteerd wordt, beïnvloedt waarschijnlijk de kwaliteit van het verder oplossingsgedrag. De onderzoekers wijzen er zelf op dat het hier slechts om een exploratieve studie gaat. Mede door de beperkte informatie die ze er in de betreffende publicatie over verstrekken, doet het onderzoek overigens wel enige vragen rijzen. Zo krijgt men geen concreet beeld van de wijze waarop de training verliep. Bijvoorbeeld: er wordt gezegd dat de twee routines (noteren en inwisselen) onafhankelijk werden ingeïfend, maar hoe dit juist gebeurde verneemt men niet; er wordt niet meegedeeld hoe de kinderen uit de 'detection' groep reageerden op het verbod om twee cijfers in één kolom te noteren. Het onderzoek komt derhalve niet zo overtuigend over en voortgezette studie over de invloed van de probleemdetectie op het oplossingsproces is zeker noodzakelijk.

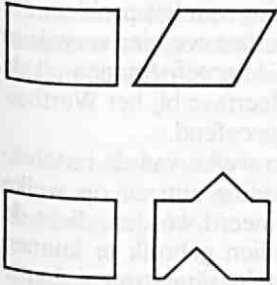
#### Onderzoek van Morris

In het onderzoek van Morris (Morris & Resnick, 1974) gaat het vooral om het aspect doelmanalyse uit het oplossingsproces. Als materiaal werd gebruik gemaakt van een variant van het bekende parallelogramprobleem van Wertheimer. De oplossing van het klassieke probleem komt erop neer dat men de oppervlakte van een parallelogram kan bepalen door deze figuur tot een rechthoek te transformeren. Vierentwintig leerlingen van het vijfde leerjaar kregen gedurende enkele weken instructie in drie oplossingstechnieken; elke techniek werd *afzonderlijk* onderwezen.

1. Ze werden vertrouwd gemaakt met het leggen van blokjes van gelijke grootte op twee gegeven rechthoeken; door tellen van het aantal blokjes moesten ze dan uitmaken welke van de twee figuren de grootste is ('use blocks routine').
2. Bij aanbidding van twee figuren, een rechthoekige en een niet-rechthoekige, moesten ze bepalen welke figuur vier rechte hoeken heeft. Dit is nodig om te kunnen uitmaken of de werkwijze met de blokjes van toepassing is ('test for applicability of blocks routine').
3. Er werd hen geleerd niet-rechthoekige figuren tot rechthoekige om te vormen door middel van afknippen en verplaatsen van bepaalde onderdelen, evenwel zonder stukken weg te laten ('transform routine').

In de inventietoets na de trainingsfase werd de kinderen gevraagd om met het gebruik van blokjes te

bepalen welke van twee figuren, een rechthoekige en een niet-rechthoekige, de grootste oppervlakte heeft (zie figuur 4). Om dit probleem op te lossen moesten ze dus de eerder geleerde 'routines' combineren. Ze dienden zelf te vinden dat de niet-rechthoekige figuur eerst moet omgevormd worden, vooraleer het leggen van de blokjes kan toegepast worden.



Welke figuur is het grootst?

Figuur 4 Voorbeelden van inventietaken uit het onderzoek van Morris

Drie verschillende types proefpersonen werden geïdentificeerd op grond van hun oplossingsgedrag. Vijf 'inventors' kwamen zelfstandig en vrij vlug tot de juiste oplossing. Ze knipten de niet-rechthoekige figuur door en legden er een rechthoek mee. Vervolgens gebruikte ze de blokjes om de oppervlakte van beide figuren te vergelijken. Alle andere kinderen begonnen blokjes te plaatsen op de niet-rechthoekige figuur. Op een tussenkomst van de onderzoeker dat deze werkwijze verkeerd was, werd op twee verschillende wijzen gereageerd. Zeven 'assisted inventors' kwamen nu zelfstandig tot het doorknippen van de niet-rechthoekige figuur en het adequaat gebruik van de blokjes. Twaalf 'noninventors' begonnen de blokjes te herschikken op de figuur. Deze laatsten gingen pas over tot het omvormen van de niet-rechthoekige figuur op aanraden van de proefleider.

Resnick & Glaser veronderstellen dat het verschil in reactiewijze tussen de 'assisted inventors' en de 'noninventors' te wijten is aan het actief zijn van een ander doel op het ogenblik van de tussenkomst van de proefleider. Bij de 'assisted inventors' zou de doelstelling 'applicability of blocks' aanwezig geweest zijn. Vandaar dat ze de blokjes van de figuur verwijderden, omdat ze meenden dat de proefleider vroeg het gebruik ervan te staken. De niet-rechthoekige figuur werd zo opnieuw zichtbaar. Dit bracht de kinderen ertoe de situatie te onderzoeken en leidde tot een nieuwe doelstelling, nl. 'transform'. Bij de

'noninventors' was waarschijnlijk de doelstelling 'use blocks' actief. De negatieve feedback van de onderzoekers werd dan opgevat als een aanwijzing voor het verkeerd gerangschikt zijn van de blokken. Dit bracht de kinderen tot het herordenen van de blokken. Over deze hypothetische interpretatie verkregen de auteurs echter geen empirische gegevens, daar er geen protocollen van de proefpersonen voorhanden waren.

#### Onderzoek van Mulholland

Mulholland (1974) ging speciaal in op de vraag naar de mogelijke invloed van factoren uit de taakomgeving op het oplossingsproces. Als proefpersonen fungeerden vierentwintig kinderen uit het vierde leerjaar, die weer de drie 'routines' leerden toepassen uit het hiervoor besproken onderzoek van Morris. Voor de leerlingen uit deze laatste studie was de inventietaak analoog aan deze waarin de 'use blocks routine' werd ingeoeffend; de kinderen leerden tijdens de trainingsfase bij deze 'routine' de blokjes gebruiken om de oppervlakte van twee rechthoekige figuren te vergelijken en ook tijdens de inventietoets kregen ze twee figuren voorgelegd met de vraag de grootste figuur aan te duiden. Mulholland ging nu het effect na van wijzigingen in de inventietaken, waardoor deze afweken van de oefeningen waarmee het gebruik van de blokjes werd getraind. Hiertoe kreeg de helft van de kinderen in de inventiefase in plaats van twee figuren alleen een parallellogram aangeboden, waarvan ze met behulp van de blokken de oppervlakte moesten bepalen. De overige twaalf subjecten kregen, zoals de kinderen uit de studie van Morris, als opdracht een parallellogram en een rechthoek naar hun oppervlakte te vergelijken.

In de eerste conditie slaagden zes van de twaalf kinderen; in de tweede slechts twee van de twaalf. Deze laatsten hadden ook gemiddeld meer tijd nodig dan de eerste groep. Om deze resultaten te verklaren redeneren de auteurs als volgt. De aanwezigheid van slechts één figuur zal minder aanzetten tot het voortijdig leggen van de blokjes. Deze zal eerder tot inspectie van de probleemsituatie uitnodigen en vervolgens de onderkenning van een probleem, samen met de doelmanalyse bevorderen. Aldus zal de proefpersoon hier gemakkelijker dan in de conditie waar hij twee figuren moet vergelijken, inzien dat het parallellogram eerst moet getransformeerd worden.

#### Onderzoek van Pellegrino & Schadler

Pellegrino & Schadler (1974) werkten met hetzelfde probleem als Morris en Mulholland. In de leerfase werden tweëndertig kinderen op gelijke wijze als in de vorige studies geoefend in de drie oplossingsstech-

nieken. In de inventiefase werd een belangrijke wijziging in de opzet aangebracht. In deze fase bood de proefleider twee figuren aan: een parallellogram en een rechthoek of twee parallellogrammen. Bij zestien kinderen gebeurde dit in de z.g. 'look ahead'-conditie, d.w.z. dat hun bij de aanbieder gevraagd werd om a.h.w. 'vooruit te zien' door mogelijke doelen in verband met deze figuren ('what do you think I want you to do?'), als ook strategieën om ze te bereiken, te verbaliseren. Pas daarna volgde de vraag 'hoe zou je zoeken welke figuur het grootst is?' en van de kinderen werd verwacht dat ze een handlingsplan verwoorden en verklaren hoe dit plan zou helpen om het doel te bereiken. Hierna werd dan tot uitvoering van het handelen overgegaan. De overige zestien kinderen van de groep werden niet tot het opstellen van een handlingsplan aangezet; zoals in de vorige onderzoeken werd hun alleen gevraagd de grootste figuur aan te duiden.

Het resultaat was dat veertien van de zestien kinderen uit de 'look ahead'-conditie tegenover slechts zes van de zestien uit de controle-conditie het probleem juist oplosten. In tegenstelling tot de eerste groep, waren er onder deze laatste kinderen iets meer goede oplossingen bij hen die de twee parallellogrammen qua oppervlakte moesten vergelijken dan bij degenen die een rechthoek en een parallellogram kregen voorgelegd. Uit deze bevinding blijkt, zoals uit de studie van Mulholland, dat de aard van het taakmateriaal een invloed op het inventieproces kan hebben. De belangrijkste conclusie uit dit onderzoek volgt evenwel uit de duidelijk betere prestaties van de experimentele groep ('look ahead'-conditie). Het vooraf verbaliseren van mogelijke probleemformuleringen en oplossingsstrategieën en het mentaal plannen van het handelen, blijken het oplossingsproces positief te beïnvloeden. Resnick & Glaser (1976, p. 227) vestigen de aandacht op het belang van deze bevinding voor het leren oplossen van problemen: 'The results of this experiment suggest that the general strategy of planning ahead and considering alternative goals may be a very powerful component of problem solving. The looking ahead strategy appears to be both simple to use and easy to teach'. De auteurs wijzen er bovendien op dat deze strategie op een brede variëteit van taken van toepassing is, m.a.w. een hoge graad van wendbaarheid bezit.

#### *Inhoudelijke en methodologische synthese van de besproken studies*

Uit deze eerste reeks studies die Resnick & Glaser c.s. verricht hebben ter verificatie van hun model van het probleemoplossen, menen de auteurs (Res-

nick & Glaser, 1976, p. 228) drie groepen factoren te kunnen afleiden die bepalend zijn voor de bekwaamheid van een subject in het oplossen van problemen.

- Ten eerste heeft de probleemoplosser een voorraad aan kennis en vaardigheden nodig die specifiek zijn voor het betreffende taakdomein. Deze moeten op een bepaalde wijze gecombineerd worden om tot de oplossing van het probleem te komen. Ter illustratie kunnen we hier verwijzen naar de drie routines die de proefpersonen uit de besproken studies in de leerfase bij het Wertheimer-probleem hadden ingeoeft.
- Om te kunnen herkennen welke van de beschikbare routines van toepassing zijn en op welke wijze ze moeten gecombineerd worden, dient de probleemoplosser bovendien gebruik te kunnen maken van de algemene oplossingsstrategieën die te maken hebben met probleemonderkenning, situatie-analyse en doelanalyse.
- Tenslotte komt uit de onderzoeken naar voren dat de eigenschappen van het taakmateriaal en van de taakomgeving in ruimere zin, zoals een tussenkomst van buitenuit, het zoekproces kunnen vergemakkelijken of tegenwerken.

In het voorafgaande zijn we niet expliciet ingegaan op een belangrijk methodologisch principe dat ten grondslag ligt aan de behandelde reeks onderzoeken (Resnick & Glaser, 1976, p. 229; zie ook Glaser, 1976, p. 5). De bedoeling van deze studies is het ontwikkelen van een model van het probleemoplossen bij de mens. Steunend op concepten en gegevens uit de gangbare 'information-processing' theorieën, hebben Resnick & Glaser als vertrekpunt een hypothetisch model opgesteld, dat via empirisch onderzoek geverifieerd en verfijnd kan worden. Een kernpunt van hun onderzoeksmethodologie daarbij bestaat erin: 'to use instruction in the hypothesized processes as a means of verifying the reality of those processes'. Daarmee wordt niet beoogd de onderwijsbaarheid van de processen als zodanig na te gaan, want men gaat van de onderstelling uit dat ze onderwijsbaar zijn. Indien het betreffende onderwijs succes oplevert, in die zin dat de betrokken subjecten achteraf beter tot het oplossen van problemen in staat zijn, dan wordt dit beschouwd als een aanwijzing voor de realiteit van de hypothetische processen uit het model.

In de beschreven onderzoeken die tot hiertoe in het kader van het model voor het oplossen van inventieproblemen werden uitgevoerd, bleef de onderwijsbeïnvloeding grotendeels beperkt tot vaardigheden die specifiek zijn voor een bepaalde taak.



Alleen in het experiment van Pellegrino & Schadler werd, aansluitend bij het doelmanalyse-proces uit het model, een strategie geoperationaliseerd en gemanipuleerd ('look ahead'-strategie), waarvan wordt aangenomen dat ze de bekwaamheid in het oplossen van problemen in het algemeen kan verbeteren. De effectiviteit van die strategie moet nog verder getoetst worden bij diverse taaktypes. Daarenboven dienen er methoden ontwikkeld te worden voor het aanleren van generaliseerbare strategieën voor probleemidentificatie en situatie-exploratie.

#### 4. Overeenkomsten tussen Resnick & Glaser's werk en een visie op probleemoplossen in het Nederlandse taalgebied

Zoals reeds in de inleiding van onderhavig artikel gezegd, geniet de problematiek van het leren denken en het leren probleemoplossen als onderwijsdoel de laatste jaren ook in Europa en in het bijzonder in ons eigen taalgebied weer een ruime belangstelling. Eigenlijk gaat het hier om een heropleven van deze interesse. Het is immers algemeen bekend dat de denkpsychologische stroming in de eerste helft van deze eeuw ten onzent een belangrijke rol gespeeld heeft binnen het didactisch denken.

Nog voor het werk van Resnick & Glaser gepubliceerd werd heeft Van Parreren (1974-1975), steunend vooral op Duitse en Russische denkpsychologische literatuur, een analyse gemaakt van het denken in termen van het door hem gehanteerde handelings-psychologische model. Meer concreet gaat het om een analyse van de handelingsstructuren, die men bij leerlingen moet nastreven om bij hen het leren denken en het leren probleemoplossen te ontwikkelen.

De visie van de auteur komt erop neer dat voor het leren probleemoplossend denken een drietal categorieën van handelingsstructuren essentieel zijn. Elk van deze categorieën zullen we slechts bondig toelichten; voor meer gedetailleerde uiteenzettingen verwijzen we naar andere bijdragen (Van Parreren, 1974-1975; Van Parreren, 1975; De Corte, 1977).

#### Denkmethoden of -technieken

Denkmethoden zijn werkwijzen voor het oplossen van probleemsituaties, d.w.z. situaties waarin het subject niet direct een bekende opgave (een standaardopgave of type-opgave) herkent en daardoor niet onmiddellijk een juist antwoord kan geven of een geschikte handeling kan stellen die naar de oplossing leidt. Van Parreren maakt onderscheid tus-

sen algemene en specifieke denk- of oplossingsmethoden.

Algemene oplossingsmethoden constitueren het z.g. heuristisch denken. Ze worden algemeen genoemd omdat ze bij inhoudelijk zeer uiteenlopende problemen kunnen toegepast worden. De functie van algemene heuristische procedures bestaat erin de aanvankelijke probleemsituatie te transformeren tot een type-opgave, m.a.w. een opgave zonder probleemkarakter in die zin dat het subject onmiddellijk weet welke kennis, vaardigheid of techniek hij moet aanwenden om tot de oplossing te komen. Voorbeelden van dergelijke algemene heuristische procédés werden reeds ontdekt door Duncker (1935), m.n. doelmanalyse (interpreteren, ontleden en nader omschrijven van wat gevraagd wordt), situatie-analyse (inspecteren van de probleemgegevens) en conflictanalyse (analyseren van de oorzaken van het vastlopen tijdens het oplossingsproces).

Bij de specifieke oplossingsmethoden worden nog twee subcategorieën onderscheiden, nl. heuristieken en algoritmen. Heuristieken zijn, zoals de algemene heuristische procedures, verstandige en planmatige zoekstrategieën die weliswaar niet garanderen dat het subject tot de oplossing komt, maar die wel de kans daartoe verhogen. In tegenstelling tot de meer algemene heuristische procedures zijn ze evenwel slechts toepasbaar op een bepaald type van problemen (bijv. voor het oplossen van rekenvraagstukken: vaak kom je een stuk verder door de gegevens grafisch voor te stellen). Algoritmen zijn voorschriften voor het oplossen van een welbepaald soort opgaven, die wel oplossings-garanderend zijn (bijv. het algoritme voor het uitvoeren van een staartdeling). Zo'n voorschrift bepaalt nauwkeurig welke bewerkingen, m.a.w. welke handelingsstructuren, men achtereenvolgens op het materiaal uit de opgave moet uitvoeren. Het zijn dus technieken voor het oplossen van type-opgaven.

#### Denkinstrumenten

Het toepassen van denkmethode, hetzij algemene technieken hetzij meer specifieke procédés, leidt meestal niet meteen tot de volledige oplossing van het gestelde probleem. Als resultaat van de probleemtransformatie krijgt men weliswaar een type-opgave, maar voor het bereiken van de uiteindelijke oplossing is toch de toepassing nodig van bepaalde vakinhouden, zoals een begrip, een regel, een formule of een techniek. Stel bijv. dat men aan leerlingen van een zesde leerjaar vraagt om de oppervlakte te berekenen van een gegeven onregelmatige veelhoek. Door middel van de volgende heuristiek kan dit probleem tot een type-opgave omgevormd

worden: probeer de veelhoek te verdelen in regelmatige figuren, waarvan je de oppervlakte wel kan berekenen. Na deze transformatie moet de leerling nog de passende formules toepassen om de oplossing uit te werken. Uit dit voorbeeld blijkt tevens duidelijk dat in het oplossingsproces de denkmethoden en de denkinstrumenten elkaar aanvullen.

In de handelingsterminologie worden dus met denkinstrumenten die handelingsstructuren bedoeld die ons in staat stellen type-opgaven (die als resultaat van één of meer probleemtransformaties verkregen worden) op een vlotte manier op te lossen, bijv. het hanteren van een begrip, het toepassen van een formule.

### *Mentale handelingsmodellen*

Een derde categorie van handelingsstructuren die Van Parreren van belang acht voor het leren denken, bestaat in het werken met inwendige, mentale handelingsmodellen. Dit houdt in dat een subject in staat is om in verband met een gegeven probleem, inwendig een plan op te stellen van de successieve handelingen die nodig zijn om tot de oplossing te komen en dit vóórdat tot uitvoeren van het handelen wordt overgegaan. Van Parreren (1974-1975, p. 111-112) verwijst ter illustratie naar een studie van de Rus Ponomarëv. Hij ging bij lagere schoolkinderen na in hoeverre ze in staat zijn om z.g. paard-en-pion opgaven, ontleend aan het schaakspel, op mentaal niveau op te lossen, d.w.z. door het noemen van de velden waarop achtereenvolgens gesprongen moet worden om vanuit het beginveld langs de kortste weg het eindveld te bereiken.

Wanneer men vanuit deze analyse van het leren denken in termen van gewenste handelingsstructuren de visie van Resnick & Glaser bekijkt, dan stelt men een aantal opvallende overeenkomsten vast.

Wanneer een subject een opgave die hem wordt voorgelegd, zo kan afwerken dat hij het model van Resnick & Glaser doorloopt van de vakjes A tot M (zie figuur 1), dan betekent dit eigenlijk dat deze taak voor hem geen probleem is maar een type-opgave waarvoor hij een pasklare oplossingsweg beschikbaar heeft. Doorloopt het subject daarentegen het model in de richting A-F (via B, C of E), dan vormt de opgave voor hem wel een probleem en kan het oplossingsproces op gang komen, wat het toepassen van denkmethoden inhoudt. In het werk van Resnick & Glaser treffen we nu zowel algemene heuristische procedures als meer specifieke oplossingsmethoden aan.

Voorbeelden van algemene heuristische procedures vinden we terug onder de vorm van de drie

centrale processen uit het model van het probleemoplossen, nl. onderkenning van het probleem, exploratie van de situatie en doelanalyse. We hebben trouwens bij de bespreking van het model geconstateerd, dat Resnick & Glaser zelf naar Duncker verwijzen in verband met hun doelanalyse. De exploratie van de situatie beantwoordt eveneens aan een procedure die reeds door Duncker ontdekt werd, m.n. de situatie-analyse.

Een voorbeeld van een specifieke heuristiek komt voor in de studie van Morris, Mulholland en Pellegrino & Schadler. Het gaat hier om de transformatiehandeling die werd aangeleerd bij het parallelogramprobleem van Wertheimer. Door tijdens de inventiefase de niet-rechthoekige figuur tot een rechthoek om te vormen wordt de probleemsituatie tot een type-opgave herleid, waarvoor het subject dan een pasklare oplossingsweg beschikbaar heeft, nl. het gebruik van de blokjes ('use blocks routine'). Het gaat hier inderdaad om een heuristiek, want deze transformatieregel kan, zonder evenwel het vinden van de oplossing te waarborgen, tot gelijksoortige opgaven veralgemeend worden. Telkens wanneer leerlingen voor een meetkundige figuur komen te staan, waarvan ze de oppervlakte niet onmiddellijk kunnen bepalen zijn ze erop aangewezen te proberen de figuur tot een bekend geval om te vormen.

Uit dit voorbeeld blijkt reeds dat de handelingsstructuren die met vakinhouden verband houden, eveneens aan bod komen in de visie van Resnick & Glaser en ook dat ze in het oplossingsproces complementair zijn ten opzichte van de denkmethoden. Het gebruik van de blokjes voor het bepalen van de oppervlakte in de genoemde onderzoeken, is een handelingsstructuur van inhoudelijke aard. Deze werkwijze is te beschouwen als een materiële handeling, d.w.z. een handeling aan concrete objecten, die een geschikte voorbereiding is op het aanleren in een latere fase van de formule voor de oppervlakteberekening. Een dergelijke formule, die men ook als een regel kan opvatten, wordt dan het mentale equivalent van de materiële handeling. Het toepassen van zo'n formule valt eveneens onder de categorie denkinstrumenten.

In dezelfde experimenten vinden we nog een ander voorbeeld van een denkinstrument. Aan de kinderen werd geleerd om na te gaan of aangeboden figuren al dan niet vier rechte hoeken hebben. Daaruit konden ze dan de toepasbaarheid van de blokjes voor het bepalen van de oppervlakte afleiden ('test for applicability of blocks routine'). In feite werd hier door de leerlingen het begrip rechthoek als denkinstrument gehanteerd.

Ook de werkwijze voor het noteren van getallen

van drie cijfers en de inwisselingshandeling uit het onderzoek dat door Resnick & Glaser zelf uitgevoerd werd, zijn te beschouwen als handelingsstructuren van vakinhoudelijke aard.

Het vermogen tot het werken met mentale handelingsmodellen is de derde categorie van handelingsstructuren, die volgens Van Parreren belangrijk is voor het leren oplossen van problemen. Ook dit aspect komt tot uiting in het besproken onderzoekswerk van Resnick & Glaser c.s. In de studie van Pellegrino & Schadler werd aan de helft van de deelnemende leerlingen de z.g. 'look ahead strategy' aangeleerd. Dit hield in dat hun bij de opgave over het vinden van de grootste van twee aangeboden figuren (een parallellogram en een rechthoek of twee parallellogrammen) gevraagd werd: 'to state a plan of action and to tell how the planned action would help achieve the goal' (Resnick & Glaser, 1976, p. 227). Het is duidelijk dat we hier te maken hebben met het opstellen van en het opereren met een mentaal model van de vereiste handelingen.

Tenslotte willen we nog even terugkomen op het eerder besproken methodologisch principe, dat door Resnick & Glaser wordt toegepast bij hun onderzoek over het probleemoplossen. Dit principe komt erop neer dat zij uitgaan van een hypothetisch model van het probleemoplossen en vervolgens de hypothetische processen uit dit model onderwijzen als middel om de realiteit ervan na te gaan en aldus het model te valideren. Deze werkwijze sluit aan bij Glaser's opvatting over 'instructional psychology as a science of design' (Glaser, 1976).

Dit methodologisch principe is o.i. verwant aan de idee van construerend of formerend onderzoek, die ook bij ons is doorgedrongen vooral onder invloed van de Russische onderwijspsychologie (Van Parreren & Carpay, 1972, p. 16; Van Parreren, 1975; Kalmykova, 1970). In dergelijke formerende onderzoeken wordt eveneens aan hypothesetoetsing gedaan via systematische beïnvloeding van het leren, dit in tegenstelling tot de werkwijze bij constaterende experimenten die er zich toe beperken leerprocessen te bestuderen die zich onder welbepaalde omstandigheden spontaan bij lerende subjecten voltrekken.

### 5. Slotbeschouwingen

In deze bijdrage hebben we exemplarisch gepoogd punten van overeenkomst aan te duiden tussen de Amerikaanse 'information processing approach' van het probleemoplossen en de Europese handelingspsychologische benadering. We menen te kunnen besluiten dat in het hier besproken onderzoeks-

werk dat beide stromingen representeert, overeenkomstige essentiële componenten van het probleemoplossingsproces terug te vinden zijn (vgl. Van Parreren, 1974-1975, p. 101).

We zijn er ons anderzijds wel van bewust dat er tussen beide benaderingen ook een aantal belangrijke verschilpunten zijn, waarmee men steeds rekening dient te houden. Op een dergelijk punt dat het geheel van de twee stromingen betreft en dus breder is dan het thema probleemoplossen, werd recent door Van Parreren (1978, p. 43) de aandacht gevestigd. De notie handelen uit het Europese model verwijst naar een bredere verzameling gedragsvormen dan het centrale concept cognitieve processen uit de Amerikaanse visie, in die zin dat er ook gedragsvormen onder thuishoren die niet cognitief geleid worden, zoals allerlei vormen van automatismen.

Specifiek met betrekking tot het probleemoplossen is een typisch kenmerk van de 'information processing approach', dat gepoogd wordt de cognitieve processen te analyseren in termen van de openvolgende gebeurtenissen die zich bij de oplosser voordoen (Resnick, 1976, p. 64). Dit komt in de handelingspsychologische visie minder expliciet naar voren. Het resulteert in de z.g. stroomdiagrammen, zoals in figuur 1, die men in de betreffende literatuur zeer veel aantreft en die duidelijk de verwantschap met computermodellen illustreren. In dit verband heeft Flavell (1976, p. 234) in een reactie op het werk van Resnick & Glaser c.s. de volgende bedenking gemaakt: 'don't overestimate the correspondence between your information-processing type flow diagrams and cognitive reality. While I realize you are well aware of the dangers of doing this, models do have a way of taking on an air of reality through sheer use and familiarity. I suspect that a lot of human thought, even in problem solving situations, may be erratic and inconsistent in direction, subject to multiply embedded interruptions and detours, and generally replete with vague, difficult-to-model ideas'. Deze waarschuwing van Flavell wensen wij te onderschrijven. Zo krijgt men bijvoorbeeld de indruk dat belangrijke aspecten uit de handelingspsychologische visie, zoals het optreden van verkortingen in het handelen en de invloed van materiaalfactoren (factoren gelegen in of voortkomend uit het leermateriaal) op het handelen (Van Parreren, 1971; Van Parreren, 1977), tot nog toe weinig of niet aan bod komen in modellen als die van Resnick & Glaser. Anderzijds sluit de 'information processing'-benadering deze aspecten niet uit. Zo handelt het besproken onderzoek van Mulholland over de invloed van factoren in de taakomgeving op het oplossingsproces; het leermateriaal vormt juist een cen-

trale component van deze taakomgeving.

Tenslotte kan ten aanzien van zowel de 'information-processing approach' als het handelings-psychologisch model van het probleemoplossen de volgende opmerking geformuleerd worden. Tot nog toe werd in beide stromingen weinig aandacht besteed aan de invloed van motivationele en affectieve factoren die ongetwijfeld op de oplossingsprocessen invloed hebben. Het is belangrijk om in de toekomst dergelijke factoren meer in het onderzoek over het probleemoplossen te betrekken (zie Tikhomirov & Vinogradov, 1975).

#### Noot

1. Het werkgeheugen is een deelstructuur van het geheugen die door sommige auteurs binnen de 'information-processing approach' onderscheiden wordt naast het korte-termijn en het lange-termijn geheugen. In dit werkgeheugen wordt informatie over de actuele context van het subject gedurende een zekere tijd – langer dan in het korte-termijn geheugen, maar niet min of meer blijvend zoals in het lange-termijn geheugen – vastgehouden. De belangrijkste functie van het werkgeheugen bestaat in het opbouwen en vasthouden van een interne representatie van onze onmiddellijke omgeving en van datgene wat zich daarin heeft voorgedaan tijdens de voorafgaande tijdspanne. Zo moet men bijv. bij het beluisteren van een voordracht de ideeën die de spreker achtereenvolgens ontwikkelt, in het werkgeheugen kunnen bewaren om zijn betoog te kunnen volgen. In het werkgeheugen van een subject bevindt zich ook het plan voor de uitvoering van een taak, waarmee hij op een gegeven moment bezig is (zie o.m. Bower, 1975, p. 53–54).

#### Literatuur

- Bower, G. H., Cognitive psychology: an introduction. In: W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes. Vol. 1. Introduction to concepts and issues.* Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1975, p. 25–80.
- De Corte, E., Leren denken en cognitieve ontwikkeling. In: *Basisschool: kansen tot denken.* Sint-Niklaas, Pedagogische Commissie van C.O.V., 1977, 10–34.
- Dunker, K., *Zur Psychologie des produktiven Denkens.* Berlin, Verlag J. Springer, 1935. Vertaling in het Engels: On problem solving. *Psychological Monographs*, 1945 (58), no. 5 (whole no. 270).
- Flavell, J. H., Metacognitive aspects of problem solving. In: Lauren B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence.* Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1976, p. 231–235.
- Frijda, N. H. & Elshout, J. J., Probleemoplossen en denken. In: J. A. Michon, E. G. J. Eijkman & L. F. W. de Klerk (Eds.), *Handboek der psychonomie.* Deventer, Van Loghum Slaterus, 1976, p. 413–446.
- Glaser, R., Components of a psychology of instruction. *Review of Educational Research*, 1976 (46), 1–24.
- Hunt, E. & Lansman, M., Cognitive theory applied to individual differences. In: W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes. Vol. 1. Introduction to concepts and issues.* Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1975, p. 81–110.
- Kalmykova, Z. I., Methods of scientific research in the psychology of instruction. In: E. Stones (Ed.), *Readings in educational psychology. Learning and teaching.* London, Methuen, 1970, p. 125–142.
- Kanselaar, G. & Peeck, J. (Eds.), *Strategieën in leer- en onderwijsprocessen. Bijdragen aan de Onderwijsresearchdagen 1978.* 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij, 1978.
- Leren denken, anno 1975. *Pedag. Stud.*, 1975 (52), nr. 10 (themanummer), 363–413.
- Morris, Lynn & Resnick, Lauren B., *Assembling component processes in problem solving.* Paper presented at the meeting of the Midwestern Psychological Association, Chicago, May 1974.
- Mulholland, T. M., *Availability versus accessibility of a subroutine in problem solving.* Unpublished masters' thesis, University of Pittsburgh, 1974.
- Pellegrino, J. W. & Schadler, M., *Maximizing performance in a problem solving task.* Unpublished manuscript, University of Pittsburgh, Learning Research and Development Center, 1974.
- Resnick, Lauren B., Task analysis in instructional design: some cases from mathematics. In: D. Klahr (Ed.), *Cognition and instruction.* Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1976, p. 51–80.
- Resnick, Lauren B. & Glaser, R., Problem solving and intelligence. In: Lauren B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence.* Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1976, p. 205–230.
- Span, P., Strategieën in leer- en onderwijsprocessen, een poging tot evaluatie. In: G. Kanselaar & J. Peeck (Eds.), *Strategieën in leer- en onderwijsprocessen. Bijdragen aan de Onderwijsresearchdagen 1978.* 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij, 1978, p. 188–201.
- Tikhomirov, O. K. & Vinogradov, Ye. E., Emotions in the function of heuristics. In: C. F. van Parreren & W. A. van Loon-Vervoorn (Eds.), *Teksten en analyses Sovjetpsychologie. 1. Denken.* Groningen, Tjeenk Willink, 1975, p. 130–156.
- Van Parreren, C. F., A building block model of cognitive learning. In: A. M. Lesgold, J. W. Pellegrino, S. D. Fokkema & R. Glaser (Eds.), *Cognitive psychology and instruction.* (NATO Conference Series III. Human Factors). New York, Plenum Press, 1977, p. 3–12.
- Van Parreren, C. F., Algoritmen en heuristieken in het onderwijs. *Pedag. Stud.*, 1975 (52), 394–405.
- Van Parreren, C. F., Leren denken: een analyse van het leerresultaat. *Tijdschrift voor Opvoedkunde*, 1974–75 (20), 100–114.
- Van Parreren, C. F., Onderwijspsychologie. In: H. C. J. Duijker (Ed.), *Psychologie vandaag.* Deventer, Van

Loghum Slaterus, 1978, p. 38-69.  
Van Parreren, C. F., *Psychologie van het leren I*. Deventer, Van Loghum Slaterus, 1971.  
Van Parreren, C. F. & Carpay, J. A. M., *Sovjetpsychologen aan het woord*. (Leerpsychologie en onderwijs, 2). Groningen, Wolters-Noordhoff, 1972.

Van Parreren, C. F. & Van Loon-Vervoorn, W. A. (Eds.), *Teksten en analyses Sovjetpsychologie I: Denken*. Groningen, Tjeenk Willink, 1975, VI.  
Wittrock, M. C. & Lumsdaine, A. A., Instructional psychology. *Ann. Rev. Psychol.*, 1977 (28), 417-459.