

Intelligentie en rekenen; pleidooi voor een meer procesmatige benadering van het intelligentiebegrip.

Een reactie op het artikel 'Rekenstoornissen. De samenhang van technisch en begrijpend rekenen met enkele psychologische variabelen' van Dumont, Hamers en Ruyssenaars, in *Pedagogische Studiën*, 1977 (54) 386-397.

JO NELISSEN, *Stichting Schooladviescentrum, Utrecht*

NICO VERLOOP, *Nijmeegs Instituut voor Onderwijsresearch, K.U. Nijmegen*

MICHEL ZWARTS, *vakgroep Onderwijskunde, R.U. Utrecht*

Samenvatting

In dit artikel wordt kritiek geleverd op zowel de uitgangspunten als de uitvoering van het door Dumont c.s. gerapporteerde onderzoek. Na uitvoerige kritiek op het hiërarchische intelligentiemodel wordt een andere, onder meer op de Sovjet psychologie en ter zake verricht onderzoek gebaseerde, benadering van het intelligentiebegrip voorgesteld. Daarbij wordt tevens aangegeven op welke wijze deze benadering voor de orthodidactische praktijk vruchtbaar zou kunnen worden gemaakt.

Ten slotte wordt gewezen op een aantal ernstige methodologische tekorten. Zo blijkt onder meer uit de heranalyse dat het hiërarchische intelligentiemodel niet van toepassing is op de gekozen steekproef, waardoor het relateren van de aan het hiërarchisch model ontleende intelligentiefactoren aan het technisch en begrijpend rekenen (kern van het onderzoek) zinloos wordt.

1. Inleiding*

Het karakter van deze reactie is tweeledig. Ten eerste is het een aanvulling op hetgeen door de auteurs van het artikel 'Rekenstoornissen' aan de orde is gesteld. Deze aanvulling betreft een aantal zaken die dermate essentieel zijn, dat het feit dat ze in het bekomentarierde artikel ontbreken tegelijk als fundamentele kritiek is op te vatten. Bovendien hebben wij tegen de theoretische uitgangspunten fundamentele bezwaren.

Ten tweede hebben wij grote problemen met de opzet, uitvoering en analyse-methoden die bij het onderzoek werden gekozen. Deze gebreken zijn van dien aard dat konklusies o.g.v. dit onderzoek, los

van de eerstgenoemde beperkingen, bij voorbaat onmogelijk worden.

In het genoemde artikel geven de auteurs een verslag van een onderzoek waarin getracht werd enkele relaties op te sporen tussen enerzijds een aantal psychologische vaardigheden, uitgedrukt in factoren van het hiërarchisch intelligentiemodel, en anderzijds het technisch en begrijpend rekenen. Bij een steekproef van 120 LOM-leerlingen werden een groot aantal tests afgenomen waarvan werd aangenomen dat daarmee factoren in kaart konden worden gebracht die relevant zouden kunnen zijn voor het technisch en/of begrijpend rekenen. Faktor-analyse op deze testgegevens leverde vier factoren op: (1) een faktor met een numeriek aspekt en een aspekt dat betrekking had op schoolse vaardigheden, (2) een g-faktor, waarop tevens de visueel-ruimtelijke variabelen hoog laadden, (3) een verbale faktor, en (4) een geheugenfaktor.

De gevonden faktorscores werden vervolgens gerelateerd aan de leerlingenprestaties in het technisch en begrijpend rekenen. De leerlingenprestaties werden gemeten door de betreffende leerkracht te vragen of hij een bepaalde leerling in staat achtte tot het uitvoeren van een bepaalde rekenopgave (gericht op het technisch respectievelijk begrijpend rekenen).

De onderscheiden intelligentiefactoren bleken voor zowel technisch als begrijpend rekenen van belang te zijn, waarbij de geheugenfaktor extra belangrijk bleek te zijn voor het technisch rekenen. Als eindkonklusie werd gesteld dat gesproken moet worden van twee aspecten van het rekenen, nl. het technisch en het begrijpend aspekt.

Veel onduidelijkheden ontstaan door het feit dat de auteurs niet aangeven wat de intentie van het onderzoek is waarover in het artikel wordt gerapporteerd. Datgene wat hierover uit het artikel naar voren komt laat grofweg twee mogelijkheden toe:

I. Het gaat vooral om het in kaart brengen van enkele samenhangen tussen intelligentiefactoren en rekenaspecten *in algemenezin*. Het doel is het verder uitbouwen en konkretiseren

* Aan prof. dr. C. F. van Parreren en dr. J. Rispen zijn wij dank verschuldigd voor hun commentaar op het concept van dit artikel.

van het model van de intelligentie binnen een bepaalde traditie van het intelligentie-onderzoek (i.c. het hiërarchisch model).

- II. Het gaat vooral om het ontwikkelen van een aantal gefundeerde uitgangspunten waarop een betere *orthodidaktische behandeling* kan worden gebaseerd. Niet het ontwikkelen van intelligentietheorie 'op zich' is het doel, maar het opsporen van oorzaken van problemen die kinderen bij het rekenen kunnen hebben, om zo meer adequaat hulp te kunnen bieden.

Hoewel de indruk wordt gewekt dat de auteurs voornamelijk de tweede doelstelling op het oog hebben (bijv. blijkt uit de titel van hun bijdrage en het enkele malen verwijzen naar orthodidaktische behandeling, zie bijv. p. 387) hebben ze ook een duidelijke pretentie in de richting van de eerste doelstelling: bij het ontwikkelen van hun onderzoeksvraagstelling wordt voortdurend in zeer algemene zin gesproken over 'de samenhang van psychologische factoren met rekenen'.

Hieronder zullen wij achtereenvolgens trachten aan te tonen dat

- a. op het door de auteurs gekozen intelligentiemodel en de daaraan ten grondslag liggende veronderstellingen fundamentele kritiek mogelijk is (par. 2.1. en 2.2.);
- b. het onderzoek door zijn opzet en uitvoering te beperkt van karakter is om hoe dan ook de onder I genoemde doelstelling te kunnen realiseren (par. 2.3.);
- c. ter realisering van doelstelling II hier een aantal uitgangspunten worden gekozen die het belangrijkste gedeelte van de problematiek van de rekenstoornissen buiten schot laten (par. 4);
- d. het onderzoek, los van de vraag of men op doelstelling I, doelstelling II dan wel op beide doelstellingen was gericht, een aantal zo ernstige methodologische tekorten vertoont, dat aan de waarde van de op deze wijze verkregen gegevens ernstig kan worden getwijfeld (par. 5).

In samenhang met de punten a en c zullen aanzetten worden besproken voor een vruchtbaardere benadering van de problematiek van de rekenstoornissen (par. 3).

2. Het werken aan een intelligentie-model

2.1. Kiezen van een model

De auteurs wijzen in de inleiding van hun artikel op het belang van de samenhang van psychologische

variabelen met rekenen. De vraag naar de aard van deze samenhang achten ze actueel, omdat hun duidelijk is geworden dat rekenstoornissen '..... ook bij overigens normaal intelligentienivo kunnen voorkomen.....' (p. 386). Dit gegeven is aanleiding om bij hun onderzoek naar de aard van de samenhang af te zien van het algemene intelligentienivo als verklarende hypothese voor rekenstoornissen. Vanuit deze stellingname presenteren ze twee mogelijke verklaringsmodellen. Als eerste verklaringsmodel (p. 386) krijgt de lezer een weinig samenhangende opsomming van omgevingsfactoren en persoonlijkheidsvariabelen gepresenteerd, die de ontwikkeling van het kind ongetwijfeld ongunstig zullen beïnvloeden. Formuleringen als 'te weinig', 'slecht', 'te eenzijdig', 'negatieve' etc. zijn echter zo algemeen en ongericht, dat ook de bestwillende lezer er weinig mee kan. Diezelfde lezer zal zich ook afvragen wat bijv. 'te weinig praktische ervaring' precies inhoudt en waarom deze factor vermeld staat naast bijv. 'hyperactiviteit'. Het eerste verklaringsmodel verklaart aldus niets en is ook geen model. Omdat het bovendien in het geheel niet verder gebruikt wordt is een verdere beschouwing niet nodig. Heel wat meer discussiemateriaal wordt aangedragen met het tweede model. Beloofden de auteurs aanvankelijk dat ze zouden afzien van het algemeen intelligentienivo als verklarende hypothese, in het tweede model voeren ze de algemene intelligentie-faktor 'g' op als belangrijke voorspeller 'voor vakken als wiskunde'. Waarom de auteurs aan hun uitgangspunt slechts een kwart pagina vasthouden om het vervolgens in de uiteindelijke (her)formulering van hun vraagstelling geheel te verlaten, maken ze niet duidelijk.

In plaats van deze verklaringsmodellen kiezen ze vervolgens voor het hiërarchisch model van intelligentie, aansluitend bij de Britse traditie, en beschreven door o.m. Vernon. Het door Vernon gehanteerde model is opgebouwd uit een g-faktor en twee 'major group factors', nl. 'verbal educational' en 'practical'. Bij deze laatste faktor gebruiken de auteurs (p. 387) merkwaardigerwijs overigens alleen de tests voor de ruimtelijke component, terwijl de ruimtelijke subtests in het oorspronkelijke model een component vormen naast de 'mechanical' component, (vgl. Fruchter, 1954, p. 389, ook door de auteurs zelf als bron genoemd); 'practical' is de meer algemene en omvattende aanduiding, die zowel door Vernon als door Burt gehanteerd wordt (vgl. Guilford 1971, p. 58). Tenslotte omvat het model nog een aantal minor group factors en specific factors. De oorsprong van de Piagetiaanse vaardigheden 'klassifikatie' en 'seriatie' (p. 387), evenals die van

de schoolvorderingstoetsen, die hier opduiken, is volstrekt onduidelijk. Enerzijds zeggen de auteurs uit te gaan van een nauwkeurig omschreven faktoranalytisch intelligentie-model, anderzijds kan dit model blijkbaar volledig intact blijven wanneer nieuwe factoren worden geïntroduceerd die op geen enkele wijze in het model zijn verankerd.

2.2. *Kritiek op het gekozen intelligentiemodel*

We willen nu ingaan op de vooronderstellingen die aan het gehanteerde model ten grondslag liggen.

Zoals bekend, is de belangrijkste en meest algemene faktor in dit model de g-faktor. Deze faktor die door Spearman en in navolging van hem door o.a. Burt, Galton en Jensen beschouwd wordt als een 'innate general cognitive factor', (zie Cronbach en Drenth 1972) zou de uitdrukking zijn 'van wat aan alle intelligent gedrag gemeenschappelijk is' (p. 387). Deze opvatting van intelligentie ontmoette altijd veel kritiek. Diverse auteurs benadrukken daarbij vanuit hun eigen achtergrond verschillende kritiekpunten. Zo kan gewezen worden op opvattingen en onderzoek, waaruit een sterk kulturele bepaaldheid van mentale processen bleek (Lévy - Bruhl 1910, Nadel 1937), evenals op onderzoek waarin de kwalitatieve ontwikkeling van de intelligentie afhankelijk gesteld wordt van specifieke situaties (Goodenough 1936, Ferguson 1954). Met name wordt erop gewezen dat ekologisch - kulturele problemen en karakteristieken in die situaties verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van kwalitatief verschillende structuren van de intelligentie (Berry 1972). Andere auteurs zijn van mening dat 'g' eigenlijk niet duidelijk omschreven is en bovendien als algemene intelligentiefaktor niet bruikbaar is om problemen en specifieke leerprocessen op te sporen (Bloom in Gage, 1963). Eveneens wordt naar voren gebracht dat de intellectuele capaciteit als genetisch bepaalde faktor voor geen enkel individu bekend, noch vast te stellen is (Ausubel 1969).¹ Een volgende groep auteurs beschouwt de ontwikkeling van de intelligentie als het resultaat van een zeer gekompliceerd proces (Lompscher 1972, Venger, Bernštejn en Kruteckij in Nelissen 1977 b).

De bovenstaande weergave van kritiekpunten - een selectie uit een grote hoeveelheid literatuur - heeft voornamelijk betrekking op de g-faktor van intelligentie. De andere groepsfactoren, zoals ook door Dumont c.s. vermeld, lieten wij buiten beschouwing. Omdat o.i. een uitvoerige analyse in dit kader niet mogelijk is, willen we volstaan met de volgende kanttekeningen. Evenals g-, worden ook

deze groepsfactoren (met uitzondering wellicht van v.ed, 'verbal-educational') gepresenteerd als factoren die denkprocessen eerder lijken te bepalen, dan dat ze door die processen gevormd en dus daaruit verklaard kunnen worden. Elders betoogden we reeds (Nelissen 1977 a) dat een causale relatie tussen rekenstoornissen en de faktor r (ruimtelijke oriëntatie) in faktor-analytische studies niet was aange-toond (zie ook Franken 1977). Wij pleitten ervoor om deze faktor niet als verklaringsgrond voor rekenstoornissen op te vatten, maar als een geheel van wiskundige activiteiten - zoals bepalen van coördinaten, konstrueren van een model, 'draaien' en 'spiegelen' e.d. - waaraan in het onderwijs speciaal aandacht besteed moet worden.

2.3. *Inadekwate dataverzameling*

Als de auteurs samenhangen tussen intelligentiefactoren en rekenaspecten in algemene zin door middel van faktoranalyse in kaart willen brengen, dienen ze rekening te houden met de steekproefafhankelijkheid van deze methode. Met steekproefafhankelijkheid wordt hier bedoeld dat de faktorstructuur verschilt van steekproef tot steekproef. Deze steekproefafhankelijkheid geldt zowel voor de personen die getest zijn als voor de toetsen die daarbij zijn gebruikt.

Wat betreft de steekproefafhankelijkheid van de personen: het is een bekend gegeven dat bij intelligentie-onderzoek de faktorstructuur, m.n. het aantal factoren en de interpretatie, verschilt b.v. tussen jongeren en ouderen, tussen intelligente en minder intelligente mensen, tussen mannen en vrouwen etc. (Zie Fischer, 1974, p. 135 e.v. en de daar vermelde literatuur).

Voor wat betreft de steekproefafhankelijkheid van de toetsen: over het algemeen berusten faktoranalytische modellen op een gegeven aantal variabelen, c.q. toetsen. Dit betekent dat de faktorstructuur afhangt van de toetsen die gekozen worden en dat met name de structuur kan veranderen als toetsen worden toegevoegd of weggelaten. (Een uitzondering wordt hier gevormd door de image-analyse van Guttman, vgl. Mulaik, 1972).

Dit alles houdt nu in dat generaliseerbare uitspraken gebaseerd op faktoranalyse alleen mogelijk zijn als:

1. de populatie van personen welomschreven is en een steekproef van voldoende grootte uit deze populatie wordt getrokken en
2. het universum van valide toetsen bepaald is en daaruit een random steekproef is getrokken óf een vaste set toetsen wordt gebruikt die een

valide indikator vormt voor de veronderstelde structuur.

Als we nu kijken naar de procedure die door Dumont c.s. is gebruikt, dan wordt aan geen van de genoemde voorwaarden voldaan:

1. 'Geselekteerd zijn 120 kinderen (98 jongens en 22 meisjes) met rekenstoornissen in de leeftijd van 9, 10 en 11 jaar, van 12 L.O.M.-scholen verdeeld over 7 gemeenten in de regio Arnhem-Nijmegen' (pag. 388-389). Het is duidelijk dat op grond van deze 'accidental' steekproef geen uitspraken mogelijk zijn over het verband tussen rekenstoornissen en intelligentie in algemene zin in welke populatie dan ook.
2. Naast een aantal toetsen die indicatief worden geacht voor de factoren uit het hiërarchische intelligentiemodel worden enkele schoolvorderingstoetsen en enkele toetsen voor Piaget-fenomenen toegevoegd die geen indicatie vormen voor de factoren uit het hiërarchische intelligentiemodel. Het is duidelijk dat een faktoranalyse van deze toetsen niet vergelijkbaar is met onderzoek waarin alleen gebruik is gemaakt van toetsen die factoren van het betrokken intelligentiemodel meten.

3. Een andere opvatting over intelligentie

In deze paragraaf komen o.m. een aantal opvattingen over intelligentie en leren aan de orde. Daarmee kan niet alleen de grote eenzijdigheid van de in het onderzoek gehanteerde uitgangspunten worden aangetoond, maar kan bovendien, en dit is wellicht belangrijker, worden gewezen op onderzoeksgegevens die als basis kunnen dienen voor een vruchtbaarder benadering van de problematiek van de rekenstoornissen (par. 4).

3.1. Andere bronnen

Een essentieel andere benadering van het intelligentie-begrip is te vinden bij o.m. Kohnstamm, Van Parreren en een aantal Russische onderzoekers. In navolging van de Würzburgse School (Selz) meent Kohnstamm dat de 'theoretische intelligentie' in met name de opvoeding en het onderwijs gevormd wordt (Deen, 1971). Hieruit volgt, zoals bekend, dat de ontwikkeling van de intelligentie beschouwd moet worden als een systematische opbouw van een geheel van te verwerven denkwijzen en oplossingsmethoden. Daarmee legt Kohnstamm in de bestudering van de intelligentie het aksent niet langer op denkresultaten, maar op denkprocessen. Evenals

Selz omschrijft hij dit proces als het verwerven en (leren) toepassen van ordeningsprincipes en denkschema's. Analyse van de intelligentie impliceert bij Kohnstamm dus ook analyse van de vorming van denkprocessen. Bij de statische benadering van de intelligentie worden intelligentie en denkprocessen tegenover elkaar gesteld en het geheel van factoren waaruit de intelligentie zou zijn opgebouwd, zou – hoe dan ook – samenhangen met of zelfs bepalend zijn voor de ontwikkeling en kwaliteit van psychische vaardigheden en denkprocessen. Zoals we zagen, doet Kohnstamm's analyse een omgekeerd verband vermoeden. Het verwerven van psychische vaardigheden en denkprocessen is veeleer bepalend voor de ontwikkeling van de intelligentie.

Deze proceskant van de cognitieve ontwikkeling wordt overigens door meerdere auteurs benadrukt. In verschillende publikaties wijst Van Parreren in dit verband op het belang van het leren van algoritmen en vooral heuristieken als voorbeelden van planmatig en inzichtelijk leren en probleemoplossen. Als het onderwijs aan deze zaken op de juiste wijze aandacht besteedt, zo bleek uit experimenten, kan het onderwijs de cognitieve ontwikkeling positief stimuleren. Aldus worden reeds bestaande cognitieve mogelijkheden van kinderen niet gevolgd, maar gekreëerd. Als de meest fundamentele verklaringgrond voor de psychische ontwikkeling en het ontstaan van mentale vaardigheden wordt door veel Oostduitse en Sovjetpsychologen gewezen op de rol van de maatschappij en daarin met name de rol van het onderwijs (Luria, 1976). In de dertiger jaren reeds wees Vygotskij erop, dat het onderwijs een noodzakelijke voorwaarde is voor de cognitieve ontwikkeling (Wolters, 1976). In zijn cultuurhistorische theorie licht Vygotskij toe dat het onderwijs dus niet moet aansluiten bij 'de zone van actuele ontwikkeling' (het ontwikkelingsnivo zoals door intelligentietests wordt gemeten), maar bij 'de zone van de naaste ontwikkeling'. Bovendien moet het onderwijs deze zone creëren door op de cognitieve ontwikkeling vooruit te lopen en deze a.h.w. te trekken. Daarmee is de cognitieve ontwikkeling in essentie een cultureel bepaalde. Vooral Davydov (1972) en zijn medewerkers werkten Vygotskij's theorieën nader uit en gaven met name inhoud aan het begrip cognitieve ontwikkeling. Het meest essentiële hierin is volgens Davydov dat het kind theoretisch leert denken. Theoretisch denken² leert het kind niet uit zichzelf, maar in het onderwijs, onder voorwaarde dat in het onderwijs aandacht wordt besteed aan de vorming van theoretische begrippen, generalisaties en model-

len (Nelissen, Vuurmans en Wolters, 1977). De ontwikkeling van de intelligentie is in deze opvatting te beschouwen als de vorming van theoretische generalisaties en modellen en dus als de vorming van theoretisch denken. Davydov c.s. ontwikkelde volgens deze uitgangspunten op verschillende vakgebieden experimentele programma's. Uit onderzoek dat na invoering van deze programma's verricht werd, bleek dat de meeste kinderen een kwalitatief andere en wel theoretische manier van denken en probleemoplossen hadden verworven (Van Parreren en Nelissen, 1977; Nelissen, Vuurmans en Wolters, 1977; Van Parreren en Van Loon-Vervoor, 1975). De relatie tussen het onderwijs en de ontwikkeling van de intelligentie is daarmee op bijzondere wijze geïllustreerd. Ook in Nederlandse onderzoeken werden reeds gegevens in deze richting verkregen (Assink en Verloop, 1977; Wolters, 1978). Experimenten van A. Z. Zak (1976), een medewerker van Davydov, toonden aan dat kinderen die op deze wijze theoretisch hadden leren denken tevens in staat waren over de gehanteerde denkschema's en modellen te reflecteren. Het nivo van theoretische reflectie kan hier als een indicatie worden beschouwd voor het nivo van de ontwikkeling der intelligentie. In deze visie is de belangrijkste indicatie van intelligentie niet wat het onderzoek naar de 'aktuele ontwikkeling' oplevert, zoals o.a. Piaget doet, maar wordt een indicatie verkregen op grond van onderzoek naar de mogelijkheden in de 'zone' van naaste ontwikkeling'.

3.2. Een ander model

Wanneer we nu op grond van het bovenstaande een voorlopig alternatief verklaringmodel trachten te formuleren, gaan we uit van het vertrekpunt dat (a) onderwijs een voorwaarde is voor cognitieve ontwikkeling en (b) onderzoek van intelligentie een analyse van leer- en denkprocessen impliceert. Dit verklaringmodel zou als volgt uitgewerkt kunnen worden. Intelligentie wordt opgevat als een vaardigheid van de mens om oplossingsmethoden en denkwijzen te (leren) konstrueren, op grond waarvan hij verschijnselen in zijn wereld kan verklaren, problemen kan opsporen, aanpakken en oplossen en bovendien oplossingsmethoden en denkwijzen kan (leren) konstrueren, om reeds beproefde oplossingsmethoden en denkwijzen te verbeteren c.q. te vervangen door meer adequate. In deze omschrijving komen als belangrijke elementen van de intelligentie naar voren:

- niet alleen het oplossen, maar ook het opsporen en vinden van problemen evenals het analyseren en

aanpakken van problemen;

- het reflectieve denken als het kritisch beschouwen van gehanteerde oplossingsmethoden (verg. Zak, 1976).

Leren denken beschouwen we als het verwerven en leren hanteren van een - min of meer samenhangend - geheel van oplossingsmethoden (algoritmen en heuristieken) en het verwerven van theoretische begrippen en generalisaties (Davydov, 1972). Een volgend element dat we in deze werkschrijving benadrukken is het leren als de belangrijkste vorm van de werkzaamheid van de intelligentie en daarmee:

- a. Is het uitgangspunt van een dynamische opvatting van intelligentie nog eens onderstreept. Het arsenaal van cognitieve operaties wordt in de loop van de menselijke ontwikkeling gevormd en is beurtelings resultaat van en voorwaarde voor onderwijs.
- b. Is een fundamentele relatie gelegd met het leren rekenen en is een visie gegeven op oorzaken van stoornissen in dat proces.

Tot besluit van deze paragraaf is het nuttig te wijzen op onderzoeken die de onder a) genoemde dynamische opvatting van intelligentie op bijzondere wijze belichten. Het betreft de onderzoeken van Kalmykova naar de kenmerken van 'leergeschiktheid' (in Van Parreren, Van Loon-Vervoor, 1975). 'Leergeschiktheid' noemt zij één van de essentiële componenten van begaafdheid. De algemene leergeschiktheid omvat volgens Kalmykova een aantal componenten die vatbaar zijn voor beïnvloeding in het onderwijs. Deze componenten zijn: de wendbaarheid of algemeenheid van de denkactiviteit, de mate van bewustheid van de denkactiviteit, de flexibiliteit, stabiliteit en zelfstandigheid van het denken. Deze eigenschappen zijn geen onveranderlijke eigenschappen van de persoon doch resultaat van en vervolgens weer voorwaarde voor verder onderwijs, aldus Kalmykova.

De rechtstreekse invloed van het onderwijs op de cognitieve ontwikkeling geldt zeker ook voor het onderwijs in de wiskunde.³

4. Onderzoek als basis voor orthodidactische hulp

In deze paragraaf worden enkele konsekventies belicht van een mogelijke onderzoeksintentie (zie paragraaf 1) van Dumont c.s., nl. de intentie om onderzoeksgegevens aan te dragen ter verbetering van de orthodidactische praktijk (i.c. hulp bij rekenstoornissen).

4.1. Resultaten versus processen

Uit de analyse der veronderstellingen, die ten grondslag liggen aan het tweede verklaringsmodel (zie paragraaf 2) mag geconcludeerd worden dat de houdbaarheid van dat verklaringsmodel gering is. Tevens kwam naar voren dat een dynamische opvatting van intelligentie aanknopingspunten biedt voor analyse en onderzoek (zie paragraaf 3). Er zijn een groot aantal 'ingangen' mogelijk om de problematiek van de rekenstoornissen te benaderen (de auteurs noemen er zelf een aantal op p. 386). Het minst vruchtbaar is de benadering, die de oorzaak van de stoornis bij voorbaat vastlegt in de structuur van de intelligentie van het kind zelf, waarbij alle omgevingscondities buiten beschouwing worden gelaten. Deze keuze maakt het bij voorbaat onmogelijk zich te richten op het meest 'veelbelovende' aspekt, nl. het onderwijsleerproces. Bij het zich richten op het kind als oorzaak van de stoornis maken de auteurs een volgende inperking door het proces-karakter van het cognitief functioneren van het kind buiten beschouwing te laten en zich alleen op de 'abilities' te richten. 'Abilities' worden opgevat als gedragspotenties die het kind op dat moment 'heeft' en die afgeleid kunnen worden uit de taken, die het kind tot een goed einde weet te brengen. Deze werkwijze zal ongetwijfeld van belang zijn binnen de ontwikkeling van een bepaalde intelligentie-theorie. Het onderwijs (i.c. de orthodidaktiek) is nu juist gebaat met een theorie, die iets zegt over het proces waarin een bepaalde cognitieve potentie zich manifesteert en met name *het proces waarin deze potentie wordt opgebouwd*. In dat geval worden stoornissen niet meer opgevat als gevolgen van deficiënties in het systeem van potenties, (al of niet hiërarchisch), maar als *gevolgen van deficiënties in de procesmatige opbouw zelf*.

Indien het onderwijs in sterke mate verantwoordelijk is voor het proces van rekenen en wiskunde leren (zoals in paragraaf 3 is aangegeven), dan is het onderzoek naar stoornissen in dit proces zinloos als we *afzien* van dit proces. Het gaat, ook in de diagnostiek, niet om het analyseren van louter resultaten, maar om zoals Lompscher (1972) meent '... ihre Zielstrebige und systematische Ausbildung.'

De vorming van een wiskundige attitude, van wiskundige schema's en operaties is fundamenteel van invloed op de cognitieve ontwikkeling. Deze schema's en operaties vormen de bouwstenen voor en de structuur van de intelligentie. Deze structuur is weer voorwaarde voor (wiskunde) onderwijs. Vanuit deze konceptie van de intelligentie kunnen onderzoeken naar de structuur van de intelligentie

bijdragen leveren aan het opsporen van stoornissen in het proces van wiskunde leren.

De structuur van de boven niet alleen gepostuleerde, maar ook nader geanalyseerde sa menhang tussen (deze konceptie van) intelligentie en het proces van wiskunde leren, staat dan model voor het opstellen van behandelingsplannen.

Ook in de VS is de proces-benadering van het leren sterk in opkomst (vgl. Resnick, 1976; Klahr, 1976; Resnick en Glaser, 1976; Woods, Resnick en Groen, 1976).

Wat deze benadering betreft zijn op dit moment voor de orthodidaktische hulp voornamelijk nog vanuit de (in paragraaf 3 besproken) Sovjet psychologie bruikbare middelen te verwachten; de belangrijkste oorzaak daarvan is wellicht dat men hier al in een vroeg stadium een verbinding tussen leertheorie en onderwijspraktijk tot stand heeft gebracht.

Wij hebben reeds op onderzoek gewezen dat de houdbaarheid van dit verklaringsmodel ondersteunt (Davydov, Zak, in: Nelissen, Vuurmans en Wolters 1977). Met name zouden we nog willen wijzen op een onderzoek van Gullasch en Pippig (in Lompscher, 1972 p. 313 e.v.). Deze onderzoekers beschouwen leerproblemen als 'aankpakproblemen' en ze constateren dat rekenzwakke kinderen een weinig analyserende aanpak vertonen.

Van Eerde en Verhoef (1978) gingen na op welke wijze kinderen rekenproblemen aanpakten, wat daarbij de onderliggende handelingsstructuur was en welke problemen zich daarin voordeden. Op grond van klinische onderzoeken konden zij wijzen op drie belangrijke factoren in het onderwijs, die kunnen leiden tot rekenproblemen: (1) het ontbreken van een juiste oriënteringsbasis, (2) het ontbreken van reflectie op de wijze van aanpak door het kind en (3) het uitblijven van controlehandelingen. Zowel het denken over de wijze van aanpak als het uitvoeren van een controlehandeling hebben betrekking op de mate van 'bewustheid' waarmee de handeling wordt uitgevoerd. De essentiële betekenis van deze 'bewustheid'-parameter (geoperationaliseerd als het uitvoeren van controlehandelingen) bleek overigens ook uit meer kwantitatief gericht onderzoek. (Verloop, 1977).

4.2. Technisch en begrijpend rekenen

De betekenis van het in het artikel gerapporteerde onderzoek staat of valt met de relevantie van het onderscheid tussen technisch en begrijpend rekenen. Het gaat immers om het opsporen van de relatie tussen enerzijds psychologische factoren en ander-

zijds begrijpend en technisch rekenen.

Op het gebruik van dit onderscheid door Dumont c.s. is op twee punten kritiek mogelijk. Op de eerste plaats hanteren zij de termen inkonsistent. Op de tweede plaats ontlenen zij deze termen zonder verdere kritiek aan de huidige onderwijspraktijk. Daarmee ontnemen zij zich de mogelijkheid om in termen van cognitieve processen en operaties het rekenen te benaderen.

Wat het eerste punt betreft: als definities geven zij: 'Bij begrijpend rekenen staat het inzicht, het probleem-oplossend denken centraal, terwijl het bij het technisch rekenen gaat om het mechanisch-automatisch omgaan met cijfer-symbolen'. (p. 388). Deze definitie geeft al weinig inzicht in het nivo waarop begrijpend rekenen en technisch rekenen gehanteerd worden: gaat het om latente vaardigheden of om manifeste vaardigheden; de definitie geeft de indruk dat het bij begrijpend rekenen om een latente vaardigheid gaat en bij technisch rekenen om een manifeste vaardigheid. De rest van het artikel geeft daar geen uitsluitsel over, het is zelfs zo dat een tweetal nieuwe mogelijkheden wordt aangedragen: 'typen leerlingen' en 'soorten opgaven'. Binnen één alinea, waarin de auteurs met instemming Borghouts (1976) citeren komen al deze mogelijkheden aan bod: 'Dit onderscheid is onlangs nog eens op bijzondere wijze door Borghouts (1976) naar voren gebracht, waarbij zij het onderscheid opvat als aanduiding van twee wijzen van rekenen of zelfs twee soorten van sommen en vraagstukken. Bij het oplossen van elk rekenkundig probleem, hoe eenvoudig ook als som of hoe ingewikkeld als vraagstuk ook, zouden én technisch én begrijpende operaties van het kind gevraagd worden..... Zij vermoedt met andere woorden dat kinderen de technische kant van het rekenen kunnen beheersen zonder inzicht, terwijl andere kinderen inzicht kunnen hebben zonder dat ze een bewerking goed kunnen uitvoeren.' (p. 386, 387) Al deze mogelijkheden gebruiken de auteurs in de rest van het artikel (vgl. p. 386, p. 388, p. 390, p. 395). Deze onduidelijkheid over het nivo waarop de begrippen technisch rekenen en begrijpend rekenen gedefinieerd zijn (afgezien nog van de relatie tussen rekenen en stoornissen in dit rekenen) maakt gedetailleerde kritiek erg moeilijk.

Wat betreft het tweede punt: In de onderwijspraktijk betekent 'technisch' rekenen voornamelijk het laten 'oefenen' van vaardigheden (zoals het maken van staartdelingen) waarbij in de meeste gevallen de leerpsychologische weg waarlangs de leerlingen die vaardigheden bereiken door een groot aantal toevalsfactoren werd bepaald en zeker niet systematisch, gebaseerd op een bepaalde theorie, is

opgebouwd. Dit resulteert dan in het kunnen uitvoeren van een 'technische' reeks handelingen. In deze vorm is het 'technisch rekenen' inderdaad een belangrijke component in ons huidige rekenonderwijs; de behoefte aan automatiseren bij veel leerkrachten is een begrijpelijke erfenis waarmee we voorlopig nog zullen moeten leven. Wat gebeurt er echter wanneer een kind een bepaalde rekenoperatie tevens inzichtelijk (begrijpend) kan uitvoeren; ook dan komt het kind weliswaar op een bepaald punt waarop de rekenhandeling snel en als het ware automatisch wordt uitgevoerd; dit automatiseren is echter van dien aard, dat het kind op elk moment in staat is, diezelfde handeling weer op inzichtelijke wijze (in alle 'uitvoerigheid') uit te voeren. Men zou kunnen zeggen dat bij een juist opgebouwd onderwijsleerproces het louter 'technisch' rekenen (in de 'geïsoleerde' betekenis) niet voorkomt. Het technische rekenen is geen afzonderlijke rekenvaardigheid maar een laatste stap in de opbouw van het onderwijsleerproces.

Op grond van het bovenstaande zal het duidelijk zijn dat het ons ontgaat wat bedoeld kan zijn met de stoornis waarbij 'kinderen de technische kant van het rekenen beheersen zonder inzicht' (p. 387), tenzij men daarmee wil aangeven dat de leerling zich een bepaalde 'truc' heeft eigen gemaakt om een opgave tot een goed einde te brengen zonder de betekenis van zijn activiteit (bijv. op 'materieel' niveau) te begrijpen. Het zal eveneens duidelijk zijn dat wij bij het constateren van een dergelijke 'stoornis' niet in de eerste plaats denken aan een samenhang met bepaalde intellectuele 'abilities' als bijv. de fluency-factor, maar aan een onzorgvuldig of onsystematisch opgebouwd onderwijsleerproces, waarbij de leerkracht veel te snel is overgestapt naar het nivo van het inoefenen. Bovendien heeft het kind dan waarschijnlijk niet geleerd een probleem vooraf op zijn essentiële kenmerken te analyseren.

Het afzien van de wijze waarop het onderwijsleerproces is opgebouwd en zelfs van de procesmatige kanten van het leren heeft tot gevolg dat de auteurs aan het 'uiterlijk' van een bepaalde opgave denken te kunnen aflezen of een kind bij het niet kunnen oplossen van deze opgave stoornissen vertoont in het technisch of het begrijpend rekenen. Het bijv. niet kunnen oplossen van een rijtje sommen (p. 390) zegt o.i. niets over het karakter van een eventuele stoornis. De manier waarop een kind een bepaald rijtje sommen oplost, kan variëren van zeer mechanisch ('technisch' in de verkeerde betekenis) tot zeer inzichtelijk.

Natuurlijk is het mogelijk dat in bepaalde gevallen stoornissen in het leren rekenen samenhang verto-

nen met bepaalde stoornissen in bijv. het zien van ruimtelijke relaties. Wat wij betogen is dat het in feite (in de orthodidaktische praktijk) onverantwoord is de oorzaak van stoornissen in de intelligentiestructuur van het kind te zoeken wanneer niet eerst is vastgesteld of in de onderwijsleersituatie wel voldoende is gedaan om deze stoornis te voorkomen. Als redenen om bij het zoeken naar de oorzaken van stoornissen de prioriteit bij het onderwijsleerproces te leggen, kunnen genoemd worden:

- (1) de meeste rekenmethoden worden op dit moment ontworpen zonder een onderwijspsychologisch verantwoorde opbouw en systematiek, zodat het zonder meer te verwachten is dat het karakter van het onderwijsleerproces zelf tot problemen aanleiding zal geven; datgene wat bij het kind aan kennis en vaardigheden wordt aangebracht is immers van veel toevalsfactoren afhankelijk; er is geen garantie dat geen essentiële elementen zijn overgeslagen;
- (2) het onderwijsleerproces is veel gemakkelijker manipuleerbaar dan de 'abilities' die zich 'in' de intelligentiestructuur van het kind zouden bevinden;
- (3) dit uitgangspunt werkt sterk preventief. Veel moeilijkheden krijgen bij een juist opgebouwd onderwijsleerproces niet de kans te ontstaan.

5. Methodologische bezwaren

5.1. Operationalisatie

De auteurs geven aan dat ze een indeling in twee typen reken-gestoorde kinderen hebben aangebracht door de betreffende leerkracht te vragen of een bepaalde leerling in staat was tot het maken van opgaven (redactieopgaven voor begrijpend rekenen en cijfersommen voor technisch rekenen), die de leerkracht werden getoond. Los van de vraag naar de zinnigheid van het onderscheid tussen technisch en begrijpend rekenen (zie paragraaf 4), kan het volgende gekonstateerd worden: nadat eerst al het proces van het oplossen van een rekenopgave buiten beschouwing is gelaten door alleen naar het 'uiterlijk' van de opgave te kijken (zie paragraaf 4.2.), wordt een tweede dubieuze stap gemaakt in de operationalisatie; hier doet zich immers onmiddellijk het probleem van de vergelijkbaarheid van de leerkracht-oordelen voor. Deze operationalisering is des te merkwaardiger omdat de procedure van het werken met leerkrachtoordelen gemakkelijk voorkomen had kunnen worden door de leerling zelf de opgaven te laten uitwerken.

De auteurs gaan er al vanuit, dat hun vragenlijst en daarmee de daaruit afgeleide index onbetrouwbaar zijn (p. 392), de validiteit komt echter verder nergens aan de orde. Toch beschikken de auteurs over gegevens waaruit afgeleid kan worden dat de gebruikte indices niet valide kunnen zijn. Uit tabel 2 op p. 391 blijkt nl. dat de absolute waarde van de korrelatie van 'technisch rekenen' met alle overige variabelen hoger is dan de korrelatie van 'begrijpend rekenen' met deze variabelen. Dit geldt ook voor toetsen als 'Raven' en 'inzicht' (WISC). Toetsen die begrip meten, voorspellen het technisch rekenen dus beter dan het begrijpend rekenen. Dit is strijdig met wat men van de betrokken indices redelijkerwijs kan eisen. Tenminste één van de indices is dus onbruikbaar en laat geen uitspraken toe over het gemeten begrip (noch afgezien van de status van dat begrip).

5.2. Afname van de toetsen

Op p. 389 vermelden de auteurs: 'In enkele gevallen is het noodzakelijk gebleken tests aan te passen aan de bij het onderzoek betrokken leeftijdsgroep. Deze aanvullingen en toepassingen bestonden uit het aanbrengen van een aantal eenvoudige stappen voor de oorspronkelijke tests. Door deze werkwijze wordt op twee manieren de validiteit van de gebruikte toetsen ondergraven: in de eerste plaats door toetsen te gebruiken voor leeftijdsgroepen waarvoor zij kennelijk niet geschikt zijn, in de tweede plaats door af te wijken van de standaardprocedures zoals die door de konstruktoren zijn voorgeschreven. Zoals gezegd, betekent dit dat de validiteit van de toetsen aangetast wordt en daarmee ook de betekenis van de erop gebaseerde uitspraken.'

5.3. Analyse

De vraagstelling van Dumont c.s. kan niet beantwoord worden, omdat de auteurs een analysewijze gebruiken die een zinnig antwoord op de vraag uitsluit. Zij kiezen nl. bij elke faktor uit de vraagstelling twee toetsen, bepalen de korrelatiematrix en voeren daarop een faktoranalyse uit (hoofdassen, varimax geroteerd). De vier resulterende factoren worden vervolgens gekorreleerd met de variabelen stoornissen in technisch en begrijpend rekenen.

Met deze procedure zou alleen een antwoord op de gestelde vraag gegeven kunnen worden als de gevonden faktorstructuur geïnterpreteerd kon worden overeenkomstig het hiërarchische model waaruit de genoemde factoren zijn afgeleid. Gezien de

stabiliteit van faktoroplossingen en de uiterst selekte groep die in het onderzoek is betrokken is de kans daarop toch al klein, maar de gekozen procedure met name de rotatie (de gezochte hiërarchische structuur is geen 'simple structure'), sluit het uit dat een faktorstructuur wordt gevonden, die past bij het hiërarchische model. De auteurs hadden dit kunnen lezen in het door hen aangehaalde artikel van Furchter (1954). De fout, die dus gemaakt is, is het kiezen van een inadekwate analysewijze. Als de auteurs op hun vraagstelling antwoord willen hebben, dan hadden ze op de eerste plaats moeten nagaan of het hiërarchische model op hun steekproef van personen en toetsen van toepassing was. Als het model van toepassing was hadden ze faktorscores kunnen bepalen én de relatie van de scores met stoornissen in het begrijpend en technisch rekenen en daarmee een antwoord gegeven op hun vraagstelling. De faktorscores zijn in dit geval valide, dat wil zeggen interpreteerbaar in termen van het hiërarchische model. Als het hiërarchische model niet van toepassing was, hadden de auteurs verschillende wegen kunnen bewandelen, waarvan de beste was het opzetten van een nieuw onderzoek. Het is in ieder geval niet zinvol om zonder meer een exploratieve faktoranalyse uit te voeren en de resultaten daarvan in termen van het hiërarchische model te interpreteren. De faktorscores zijn in dit geval namelijk niet valide, er is geen kader waarin de scores interpreteerbaar zijn.

Dat het mogelijk is de toepasbaarheid van het hiërarchische model voor de betrokken steekproeven te bepalen, wordt aangetoond in de appendix.

6. Belangrijkste konklusies

- a. Het door de auteurs gekozen uitgangsmodel, nl. het hiërarchisch intelligentie-model wordt niet konsekvent gehanteerd; er worden 'factoren' gepostuleerd, die niet in dit model (zoals beschreven door Vernon e.a.) verankerd zijn.
- b. De houdbaarheid van het door de auteurs gehanteerde hiërarchisch intelligentie-model kan, gezien ter zake verricht onderzoek, op een aantal fundamentele punten (g-faktor) in twijfel worden getrokken.
- c. Als belangrijkste kritiekpunt op het hiërarchisch model brachten we naar voren dat de intelligentie niet opgevat kan worden als een aangeboren, onveranderlijke menselijke eigenschap, die uitgedrukt kan worden in één algemene faktor; in verschillende kulturele situaties kunnen kwalitatief verschillende structuren van intelligentie

ontstaan. De intelligentie is dus veelvormig en de verschijningswijzen zijn wisselend en gedifferentieerd. Deze verschijningswijzen worden in sterke mate bepaald door aard en kwaliteit van de kulturele stimulatie. Veel auteurs pleiten op grond van deze gegevens voor een dynamische opvatting van intelligentie en benadrukken daarmee niet alleen de kulturele bepaaldheid van de intelligentie, maar vooral de relatie met voorafgaande leerprocessen.

- d. Voor de ontwikkeling van de intelligentie is het onderwijs een noodzakelijke faktor. Analyse van de intelligentie impliceert analyse van denkprocessen. De cognitieve ontwikkeling kan gezien worden als de vorming van 'theoretisch' denken.
- e. De faktoranalytische bepaling van intelligentiefactoren levert grootheden op waarachter elk denkproces verdwijnt. De faktor-'g' is daarbij de statistisch te voorschijn geroepen, alles bepalende en psychologisch niet nader te analyseren faktor.
- f. Door zowel de bepaaldheid van rekenresultaten door voorafgaand onderwijs als de proceskant van de intelligentie buiten beschouwing te laten, maken de auteurs het zichzelf onmogelijk tot een orthodidaktisch vruchtbare benadering van de problematiek van de rekenstoornissen te komen.
- g. De begrippen 'technisch' en 'begrijpend' rekenen worden door de auteurs op een niet-konsistente wijze gebruikt, hetgeen op essentiële punten tot konseptuele verwarring aanleiding geeft.
- h. De steekproef en de gebruikte analyse-methode zijn inadekwaat om daarop uitspraken in meer algemene zin te baseren waardoor het hiërarchisch intelligentie-model verder zou kunnen worden gekoncretiseerd en uitgebouwd (i.c. uitspraken waarmee een verband wordt aangegeven tussen intelligentiefactoren en rekenen).
- i. De operationalisering van de vaardigheden van de leerling in het technisch en begrijpend rekenen d.m.v. een leerkracht-oordeel is onnodig omslachtig en is, zoals uit tabel 2 van het artikel van de auteurs blijkt, invalide.
- j. Bij het gebruiken van gestandaardiseerde tests heeft ten onrechte aanpassing plaatsgevonden aan de leeftijdsgroep waarvoor de tests kennelijk niet bedoeld waren.
- k. De auteurs hebben ten onrechte verzuimd na te gaan of hun gekozen startmodel (nl. het hiërarchisch intelligentie-model) van toepassing was op de getrokken steekproef. Bij heranalyse (zie appendix) bleek dit model nl. op geen enkele wijze op de steekproef van toepassing te zijn. Bij het onderzoek is men dus ten onrechte van de

door het model gepostuleerde factoren uitgaan. Het relateren van toetsgegevens, die deze factoren meten aan rekenaspecten is daarom zinloos.

Appendix (Heranalyse)

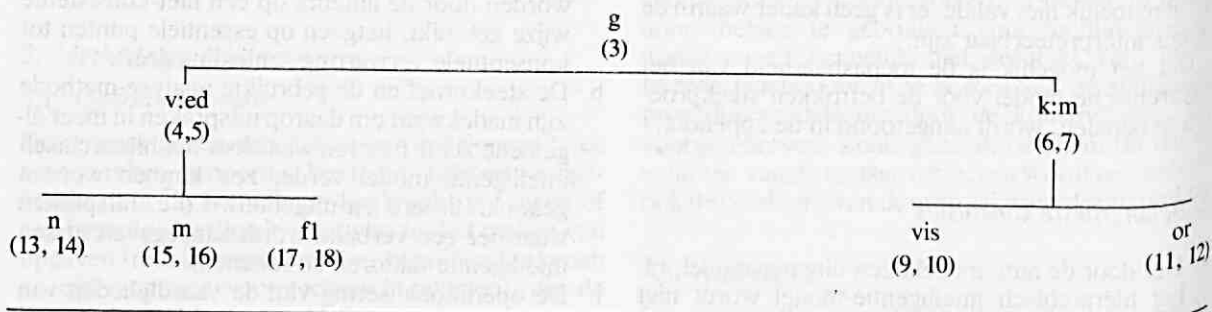
In het artikel wordt niet nagegaan of het hiërarchisch model, dat de auteurs als uitgangspunt kiezen, van toepassing is op de door hen verzamelde data. Vanwege het zeer essentiële karakter van deze aanname is dit alsnog gedaan. Als uitgangspunt voor de analyse is de korrelatiematrix genomen, die in tabel 2 van het artikel (p. 391) is opgenomen. Weggelaten zijn de schoolvorderingentoetsen en de toetsen seriatie en klassifikatie, omdat niet aangegeven wordt waar deze zouden passen in het model (vgl. paragraaf 2.1. en 2.3.); de totaalscore van de WISC is weggelaten, omdat het opnemen van een totaalscore naast de deelscores allerlei artefakten in de analyse brengt. Het weglaten van deze toetsen

maakt het meten van factoren van het hiërarchische model niet moeilijker, vgl. paragraaf 2.3. Er resteren dus 15 toetsen. Hoewel de auteurs niet exact aangeven hoe deze toetsen in een hiërarchische structuur ondergebracht moeten worden, kan uit de door hen geformuleerde hypothesen (p. 388) min of meer afgeleid worden dat de auteurs de structuur, zoals die in Figuur 1 is weergegeven op het oog hadden.

Om de hiërarchie, zoals die in Figuur 1 is weergegeven in een faktoroplossing te vertalen, zijn er twee mogelijkheden.

De eerste mogelijkheid wordt m.n. gegeven door Furchter (1954) en is weergegeven in tabel 1. De veronderstelling is dat alle toetsen laden op de g-faktor; de toetsen 4, 5 en 13 t/m 18 laden alleen op de verbaal-educatieve faktor en de toetsen 6, 7 en 9 t/m 12 alleen laden op de praktische ruimtelijke faktor. Vervolgens laden de toetsen 13, 14, 15, 16, 17, 18, 9, 10 en 11, 12 nog enkel op de betreffende 'minor group factors'.

Figuur 1 Veronderstelde hiërarchie



Toelichting:

- g algemene intelligentie
- v:ed verbale intelligentie
- k:m praktisch-ruimtelijke intelligentie
- n snel en nauwkeurig uit kunnen voeren van rekenkundige bewerkingen
- m auditief geheugen
- fl snel kunnen beschikken over informatie materiaal
- vis ruimtelijk logisch redeneren voor wat betreft visualisatie
- or ruimtelijk logisch redeneren voor wat betreft oriëntatie

De cijfers slaan op de gebruikte toetsen, zie tabel 1.

Tabel 1 Faktorstructuur

Toets	Factoren							
	g	v:ed	k:m	vis	or	n	m	fl
3 Raven	X	X						
4 Woordenschat (WISC)	X	X						
5 Inzicht (WISC)	X	X						
6 Blokpatronen (WISC)	X		X					
7 Koderen (WISC)	X		X					
9 Papiervouwen 3-D	X		X	X				
10 Blokpatronen	X		X	X				
11 Card rotation	X		X		X			
12 Space	X		X		X			
13 Optellen	X	X				X		
14 Aftrekken	X	X				X		
15 Woordgeheugen	X	X					X	
16 Cijfergeheugen	X	X					X	
17 Fluency vrij	X	X						X
18 Fluency gebonden	X	X						X

Op de plaatsen met X wordt een lading verondersteld; de overige ladingen zijn gelijk aan 0.

Voor de betekenis der factoren zie Figuur 1.

De tweede mogelijke faktoroplossing gaat er van uit dat er alleen specifieke factoren zijn: op de g-faktor laadt alleen de Raven, op de v:ed faktor laadt alleen toets 4 en 5 etc. zie tabel 2 voor de uit deze veronderstelling voortvloeiende faktorstructuur. De

hiërarchische structuur zou bij deze mogelijkheid moeten blijken uit de korrelaties tussen de factoren: met de g-faktor zijn al andere factoren gekorreleerd, met de v:ed faktor de factoren n, m en fl en met de k:m faktor de factoren vis en or, zie verder tabel 2.

Tabel 2 Faktorstructuur en korrelatie tussen de factoren

Toets	Factoren							
	g	v:ed	k:m	vis	or	n	m	fl
3 Raven	X							
4 Woordenschat (WISC)		X						
5 Inzicht (WISC)		X						
6 Blokpatronen (WISC)			X					
7 Koderen (WISC)			X					
9 Papiervouwen 3-D				X				
10 Blokpatronen				X				
11 Card rotation					X			
12 Space					X			
13 Optellen						X		
14 Aftrekken						X		
15 Woordgeheugen							X	
16 Cijfergeheugen							X	
17 Fluency vrij								X
18 Fluency gebonden								X

Zie verder tabel 3

Tabel 3 Korrelatie-matrix op grond van faktorstructuur uit tabel 2

Korrelatie - matrix

Factoren

g	1.0							
v:ed	X	1.0						
k:m	X		1.0					
vis	X		X	1.0				
or	X		X		1.0			
n	X	X				1.0		
m	X	X					1.0	
fl	X	X						1.0
	g	v:ed	k:m	vis	or	n	m	fl

Op de plaatsen met X wordt een lading verondersteld; de overige ladingen zijn gelijk aan 0.
Voor de betekenis der factoren zie figuur 1.

Door middel van toetsende faktor-analyse (Jöreskog, Gruvaeus en van Thillo, 1971) is het nu mogelijk om na te gaan of de gerapporteerde korrelaties overeenkomen met deze veronderstellingen. Beide modellen moeten echter worden verworpen ($X^2(66) = 137$, resp. $X^2(78) = 221.5$). Inspectie van schattingen en residuen laat zien dat dit gebrek aan passing zich in vrijwel alle aspecten van het model manifesteert. Het hiërarchische model is daarmee onbruikbaar voor het beschrijven van de intelligentiestructuur van deze steekproef en is dus tevens ongeschikt om er rekenen of rekenstoornissen aan te relateren.

Noten

1. Zoals bekend verklaart Jensen (1972) het ontstaan van kwalitatief onderscheiden 'learning abilities' - level I, associatief leren, en level II, begripmatig leren - uit genetische factoren. Level I patronen trof Jensen aan in de 'lower class' en level II in de 'middle and higher class'.

Het is nodig en verhelderend Jensen zelf aan het woord te laten: (p. 199) 'Heritability studies of Level II tests came me to believe that Level II processes are not just the result of interaction between Level I learning ability and experientially acquired strategies or learning sets. That learning is necessary for Level II no one doubts, but certain neural structures must also be available Level II abilities to develop, and these are conceived of as being different from the neural structures underlying Level I.'

Level I en Level II - en Level II is volgens Jensen 'intelligence or g' (pag. 201) en die is voor 80% uit genetische factoren verklaarbaar - worden door verschillende 'polygenic systems' gekontrolleerd (p. 298). Level II is dus het minst door omgeving te beïnvloeden, meent Jensen, en Level I 'appears less heritable than Level II'. Jensen licht nog toe dat de fysiologische basis van Level I (dit is dus de intelligentie van arbeiderskinderen!) uit

elektrochemische processen bestaat en Level II (p. 291) berust op 'structural aspects of the brain-the number of neural elements and the complexity and organisation of their potential interconnections'.

Tot slot: '.....There is much greater mean difference between social classes in Level II than Level I'.

De lezer zal ons deze uitvoerige citaten hopelijk niet al te kwalijk nemen, zich met ons waarschijnlijk afvragen hoe iemand het kan bedenken en wat je met zulk een redenering aanmoet. Uitwerken, meent P v.d. Broek (1974), want deze redenering biedt grotere perspectieven voor de aanpak van sociaal-zwakke kinderen en stimuleert de ontwikkeling van alternatieve didactieken. Dit laatste kan moeilijk ontkend worden maar toch menen we dat de analyse van intelligentie die P. v.d. Broek aan P.A.-studenten presenteert in de serie Didactische Analyse 3b ('Intelligentieontwikkeling en schoolprestatie') aandacht, bezorgdheid en bovenal bestrijding verdient.

Overigens kan geconstateerd worden dat Jensen door Van der Broek op een essentieel punt onjuist wordt geïnterpreteerd. Hij stelt nl. (1974, p. 20): 'Jensen constateerde o.a. dat het milieu een grote invloed heeft op intelligentie II maar niet op intelligentie I'.

2. Onder theoretisch denken verstaat Davydov een denkwijze waarbij de mens gebruik maakt van modellen van een bepaald stuk werkelijkheid, waarbij deze modellen een dermate algemeen karakter hebben dat ze op tal van concrete situaties van toepassing zijn; bovendien hebben de in dat model voorgestelde relaties betrekking op datgene wat *essentieel* is in een groot aantal concrete situaties. Een dergelijke essentiële relatie wordt door hem aangeduid met de term 'theoretisch begrip'. Theoretische begrippen kunnen moeilijk door het kind zelf gekonstrueerd worden, voornamelijk omdat het kind sterk aan de concrete verschijningsvorm van de dingen is gebonden (vgl. Piaget-fenomeen). Theoretische begrippen worden binnen een bepaalde cultuur ontwikkeld en worden voortvansuit de wetenschappelijke disciplines geformuleerd.

3. Wij kunnen niet uitvoerig ingaan op de vraag wat onder rekenen verstaan moet worden. In de vele leerplaat-

publicaties van het Instituut voor Ontwikkeling van het Wiskunde-Onderwijs (IOWO) te Utrecht, lijkt ons deze vraag overigens ten volle beantwoord.

Voorts willen we met name wijzen op de publicaties van Skemp (1973) en van Freudenthal (1974).

Ten behoeve van leerkrachten trachtten wij in de toepassingsfeer onze gedachten over het rekenonderwijs weer te geven in het 'Informatieboek' (Klukhuhn, Nelissen en Vuurmans 1978).

Literatuur

- Assink, E. en N. Verloop, Het aanleren van deel-geheel relaties in het aanvankelijk rekenonderwijs. In: *Pedagogische Studiën*, 1977 (54), pp. 130-142.
- Ausubel, D. P. en F. G. Robinson, *School learning, an introduction to educational psychology*, Toronto, 1969.
- Berry, J. W., Radical cultural relativism and the concept of intelligence. In: J. L. C. Cronbach and P. J. D. Drenth: *Mental tests and cultural adaptation*. Den Haag, 1972.
- Borghouts-van Erp, J. W. M., Rekenstoornissen. Een pleidooi voor visie. In: *Tijdschr. voor Orthoped.*, 1976, pp. 215-228.
- Van den Broek, P., *Intelligentieontwikkeling en schoolprestatie*, Didaktische Analyse, 3b, Groningen, 1974.
- Cronbach, J. L. C. en P. J. D. Drenth, *Mental tests and cultural adaptation*. Den Haag, 1972.
- Davydov, V. V., *Arten der Verallgemeinerung im Unterricht*. Berlijn, 1977 (oorspr. Moskou, 1972).
- Davydov, V. V., De introductie van het begrip grootheid in de eerste klas van de basisschool. In: C. F. van Parreren en J. M. C. Nelissen (red.): *Teksten en analyses Sovjet-psychologie 2, Rekenen*. Groningen, 1977.
- Deen, N., *Een halve eeuw onderwijsresearch in Nederland*. Groningen, 1971.
- Van Eerde, D. en L. Verhoef, *Interimrapport SVO-projekt 0327, 'Kwantificatie'* 1976, 1977, 1978 (in voorbereiding). Psych. Lab., R.U. Utrecht.
- Ferguson, G., On learning and human ability. In: *Canad. J. Psych.*, 1954, (8), pp. 95-112.
- Fischer, G., *Einführung in die Theorie psychologischer Tests*. Bern, 1974.
- Franken, M. L. O., Onderzoek naar leerstoornissen. In: *Intermediair*, 25 nov. 1977.
- Freudenthal, H., *Mathematics as an educational task*. Dordrecht, 1974.
- Furchter B., Measurement of spatial abilities. In: *Educational and psychological measurement*, 1954, (14), pp. 387-395.
- Gage, N. L. (ed), *Handbook of research on teaching*. Chicago, 1963.
- Goudenough, F., The measurement of mental functions in primitive groups. In: *Amer. Anthropologist*, 1936 (38), pp. 1-11.
- Guilford, J. P., *The nature of human intelligence*. London 1971.
- Jensen, A. R., *Genetics and education*. London, 1972.
- Jöreskog, K. G., G. T. Gruvaeus en M. v. Thillo, *ACOVSF, a general program for analysis of covariance structures*. ETS Research Bulletin 70-15, Princeton, 1970.
- Klahr, D., (ed.) *Cognition and instruction*. Hillsdale, 1976.
- Klukhuhn, W. S., J. M. C. Nelissen en A. C. Vuurmans, *Informatieboek bij het SAC-rekenprogramma, publ. SAC, Utrecht, 1978.*
- Lévy-Bruhl, L., *How natives think*, London, 1926 (oorspr. 1910).
- Lompscher, J., *Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten*. Berlin, 1972.
- Luria, A. R., *Cognitive development. Its cultural and social functions*. Cambridge, 1976.
- Mulaik, S. A., *The foundations of factor analysis*. New York, 1972.
- Nadel, S. F., A field experiment in racial psychology. In: *Brit. J. Psych.*, 1937, (28), pp. 195-211.
- Nelissen, J. M. C., Over oorzaken van stoornissen in het proces van het leren rekenen. In: *Tijdschr. voor Orthoped.*, 1977a (pp. 8-28).
- Nelissen, J. M. C., Erfelijkheid en intelligentie. In: *Nieuwsbrief Psychologie en Maatschappij*. nr. 2, 1977b.
- Nelissen, J. M. C., A. C. Vuurmans en M. A. D. Wolters, *Wat Tanečka niet leert zal Tanja nooit weten. Verslag van een studiereis naar Moskou*. Utrecht, 1977.
- Van Parreren. C. F. en W. A. van Loon Vervoorn (red.), *Teksten en analyses Sovjet-psychologie 1: Denken*. Groningen, 1977.
- Van Parreren. C. F. en J. M. C. Nelissen, (red.) *Teksten en analyses Sovjet-psychologie 2: Rekenen*. Groningen, 1977.
- Van Parreren, C. F. en J. M. C. Nelissen (red), *Teksten en analyses Sovjet-psychologie 3: (in voorbereiding)*.
- Resnick, L. B. (ed), *The nature of intelligence*, Hillsdale, 1976.
- Resnick, L. B., Task analysis in instructional design: Some cases from mathematics. In: *D. Klahr*, 1976.
- Resnick, L. B. en R. Glaser, Problem solving and intelligence. In: *Resnick*, 1976.
- Skemp, R. R., *Wiskundig denken*, Utrecht, 1973.
- Venger, L. A., De kwalitatieve benadering in de diagnostiek van de cognitieve ontwikkeling. In: *Pedagogische Studiën*, 1975 (52), pp. 406-4 (oorspr. Moskou, 1974, vert. C. Schouten-Van Parreren).
- Verloop, N., *Formatieve curriculum-evaluatie; verslag van een evaluatie-onderzoek naar het functioneren van een leergang rekenen voor klas 2 van het basisonderwijs*. vakgr. Onderwijskunde, R.U. Utrecht.
- Wolters. M. A. D., Ph. Kohnstamm en L. S. Vygotskij over de relatie cognitieve ontwikkeling en onderwijs. In: *Pedagogische Studiën*, 1976, (53), pp. 126-131.
- Wolters, M. A. D., *Van rekenen naar algebra; een ontwikkelingspsychologische analyse*. Utrecht, 1978, (diss., in voorbereiding).
- Woods, S. S., L. B. Resnick en G. J. Groen, An experimental test of five process models for abstraction. In: *Journal of Educational Psychology*, 1975, (67), pp. 17-21.
- Zak, A. Z., Psychologische bijzonderheden van het theoretisch oplossen van opgaven. In: *Novye issledo-*

vanija v psychologii, 1976, (2). Vertaling uit het Russisch: Z. Nelissen-Bradova.

Curricula vitae.

J. M. C. Nelissen (geb. 1942) studeerde na zijn onderwijzersopleiding pedagogiek aan de Rijksuniversiteit van Utrecht en is sinds 1970 verbonden aan de Stichting Schooladviescentrum aldaar, met als belangrijkste taak het begeleiden en ontwikkelen van leerpakketten op het gebied van het rekenonderwijs. Adres: S. A. C., Maliebaan 59, Utrecht.

N. Verloop (geb. 1949) was na zijn onderwijzersopleiding (1970) werkzaam in het basisonderwijs. Studeerde van 1972 tot 1977 onderwijskunde aan de Rijksuniversiteit te Utrecht. Is sinds sept. 1977 als wetenschappelijk onderzoeker verbonden aan het Nijmeegs Instituut voor Onderwijsresearch, (K.U. Nijmegen). Adres: NIVOR, Bijleveldsingel 70, Nijmegen.

M. A. Zwarts (geb. 1942) studeerde, na enige jaren in het lager onderwijs werkzaam te zijn geweest, onderwijskunde aan de K.U. te Nijmegen. Afgestudeerd in 1974. Sindsdien werkzaam bij de Vakgroep Onderwijskunde van de R.U. te Utrecht. Adres: Vakgroep Onderwijskunde, Aïdadreef 7, Utrecht.