

VU Research Portal

Effecten van een curriculum-innovatie in het voortgezet onderwijs bij wiskunde.

Terwel, J.; Perrenet, J. Chr.; Mertens, E.H.M.; Herfs, P.G.P.

published in

Pedagogisch tijdschrift
1992

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Terwel, J., Perrenet, J. C., Mertens, E. H. M., & Herfs, P. G. P. (1992). Effecten van een curriculum-innovatie in het voortgezet onderwijs bij wiskunde. *Pedagogisch tijdschrift*, 16(5/6), 308-321.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Effecten van een curriculum-innovatie in het voortgezet onderwijs bij wiskunde

J. TERWEL, J. PERRENET, E. MERTENS en P. HERFS
Universiteit van Amsterdam, Instituut voor de Lerarenopleiding,
Herengracht 256, 1016 BV Amsterdam

Samenvatting

Dit artikel betreft een vergelijkend onderzoek naar de effecten van een curriculuminnovatie volgens het model Adaptief Groepsonderwijs (Ago-model). Het onderzoek is uitgevoerd in de tweede klas van het voortgezet onderwijs bij wiskunde. Daarbij waren in totaal 23 klassen en 572 leerlingen betrokken.

De vraagstelling voor dit artikel is: leidt onderwijs dat is gerealiseerd volgens de kenmerken van het Ago-model tot significant betere leereffecten bij leerlingen in vergelijking met "ander onderwijs" en wat is daarbij het effect van klascompositie en tijd op de prestaties van de leerlingen?

Er is gebruik gemaakt van een pretest-posttest design met een controle groep. Bij de analyse van de gegevens is gebruik gemaakt van het Random Coëfficiënt Model voor multilevel analyse.

Ago blijkt een positief effect te hebben op de leerresultaten van de leerlingen. Gemiddeld profiteren de leerlingen van Ago met een winst ten opzichte van de vergelijkingsleerlingen van ruim drie punten op de natoets op een gemiddelde score van 23 punten. Daarnaast is er een effect van de klascompositie en van de tijd die de leerlingen aan dit curriculum konden besteden.

De hoofdconclusie van dit onderzoek is positief. Het Ago-model is effectief gebleken. De leereffecten bij wiskunde zijn significant en betekenisvol voor de praktijk. Het Ago model

bleekt een haalbaar en effectief alternatief voor de eerste fase voortgezet onderwijs. Dit model is in 1986 in de context van de landelijke discussie over basisvorming ontworpen. Het lijkt gewenst dit model bij de vernieuwing van de eerste fase voortgezet onderwijs te betrekken.

Inleiding

Nu het er op lijkt dat het voortgezet onderwijs in de jaren negentig zal worden geconfronteerd met een bredere instroom van leerlingen als gevolg van fusies en de invoering van basisvorming, vragen veel docenten zich af hoe zij moeten omgaan met de grote verschillen tussen leerlingen. Bestaande methoden en leermiddelen blijken onvoldoende mogelijkheden tot een gecombineerde aanpak voor differentiatie en samenwerking tussen leerlingen te bieden. De overheersende praktijk is dat verschillen tussen leerlingen worden opgevangen door het verwijzen van leerlingen naar scholen of klassen met een verschillend niveau. De uitgeverijen spelen hierop in door per school (niveau) verschillende methoden op de markt te brengen. Daarnaast zijn er wel methoden voor interne differentiatie die gebaseerd zijn op het basisstof-extra-stof model. Dit model is te zien als een model voor verkaveling van de leerstof zonder aandacht voor het didactisch proces. Aanwijzingen voor de (differentiërende) instructie door de leraar en voor de samenwerking in kleine groepen ontbreken.

Veel leraren staan gereserveerd tegenover interne differentiatie in heterogene klassen

(Smeets & Buis, 1986). Een aantal van hen zou wel tot interne differentiatie over willen gaan als men zou kunnen beschikken over leermiddelen d.w.z. modellen, handleidingen en lesmateriaal voor het werken met heterogene klassen. Verschillende experimenten uit de afgelopen decennia zijn stuk gelopen op onder meer het gebrek aan curriculummateriaal. Op langere termijn verflauwde het enthousiasme, mede omdat zo'n zwaar beroep op de docenten werd gedaan om zelf lesmateriaal en didactische procedures te ontwikkelen. Toch zijn er ook voorbeelden van geslaagde vernieuwingen, vooral in die situaties waarbij docenten de beschikking hadden over professioneel ontwikkelde leermiddelen. Voorts blijkt in Nederland, maar ook in de Verenigde Staten, dat docenten veelal positief staan tegenover het werken met kleine groepen in de klas (vgl. Smeets & Buis, 1986).

Tegen deze achtergrond kan het project Adaptief Groepsonderwijs (Ago 12-16) worden gezien. Naast deze praktische achtergrond dient het project te worden gezien in het theoretisch kader van "adaptief onderwijs" en "coöperatief leren" (Terwel, 1986a, 1986b en 1986c; Slavin, 1985a, 1985b; Corno & Snow, 1986). Het Ago-project is een langlopend onderzoek met een praktische en een theoretische opbrengst. Het projectvoorstel is binnen de Onderzoeks-Thema-Groep (OTG) Curriculum tot stand gekomen en door de het Instituut voor Onderzoek van het Onderwijs gefinancierd (SVO). In het Ago-project is een instructiemodel ontwikkeld voor de eerste fase voortgezet onderwijs bij wiskunde. Dit model is in de praktijk op uitvoerbaarheid en effectiviteit onderzocht (zie Herfs, Mertens, Perrenet, & Terwel, 1991). Het onderzoek bestond uit twee fasen. In de eerste fase is het model op uitvoerbaarheid onderzocht. In de tweede fase stond de effectiviteits-vraag centraal. Dit artikel betreft de belangrijkste bevindingen omtrent de vraag naar de effectiviteit van het model gelet op de cognitieve prestaties bij wiskunde.¹

Het doel van dit onderzoek is de toetsing van een theoretisch model voor gedifferentieerd (wiskunde-)onderwijs: het Ago-model. Dit model bestaat uit een combinatie van werkvormen (klassikaal werken, groepswerk en individueel

werken). Het model werkt met tijdelijk ingestelde, alternatieve leerwegen voor leerlingen van verschillend niveau. Met het oog op de toetsing van dit model werd in het onderzoeksproject een deelcurriculum ontwikkeld voor wiskunde in heterogene klassen in de eerste fase van het voortgezet onderwijs. Daarbij is rekening gehouden met verschillen tussen leerlingen in heterogene klassen.

Theoretische achtergrond

Het Ago-model combineert aspecten van coöperatief leren en adaptieve instructie. Dit instructiemodel is vóór de uitvoering van het onderzoek beschreven en gepubliceerd, met het oog op de vormgeving van basisvorming (Terwel, 1986a). Tijdens de onderzoeksperiode is het model nader uitgewerkt en geïllustreerd in concreet lesmateriaal. Daartoe werden enige hoofdstukken uit een bestaande wiskunde methode (Wiskunde Lijn van Uitgeverij Jacob Dijkstra uit Groningen) aangepast volgens het Ago-model. Het geheel aan materialen en activiteiten voor de Ago-treatment bestaat uit: lesmateriaal voor leerlingen, een algemene handleiding voor docenten, een specifieke handleiding voor docenten bij het lesmateriaal en een korte training voor docenten.

Onderwijs volgens het Ago-model verloopt in cycli van ongeveer 8 tot 15 lesuren, die zich over een periode van 3 tot 6 weken uitstrekken. Nu volgt een korte beschrijving van elke component in het Ago-model.

Elke cyclus begint met een klassikale instructie bijvoorbeeld in de vorm van een systematische uitleg of in de vorm van een socratische dialoog. Deze klassikale introductie is bedoeld om leerlingen te motiveren, de benodigde voorkennis op te halen, een overzicht van de leereenheid te geven en de belangrijkste begrippen en oplossingsprocedures te introduceren (De leraar kan ook tussentijds klassikale momenten inlassen, dus tijdens het doorlopen van andere componenten van de cyclus).

Na de klassikale introductie werken de leerlingen in kleine heterogene groepen van vier leerlingen. De opdrachten zijn speciaal voor groepswork ontworpen. Kenmerkend voor Ago is dat de groepsopdrachten (waar mogelijk en wenselijk) in contexten uit het dagelijkse leven

worden aangeboden. De begrippen en oplossingsprocedures die nodig zijn voor het oplossen van de vraagstukken worden expliciet (klassikaal) onderwezen voor dat de leerlingen aan deze opdrachten beginnen. De opdrachten zijn zo geconstrueerd dat het gezamenlijk oplossen hiervan in groepjes van bijvoorbeeld vier leerlingen zinvol is. Men kan de opgaven op verschillende manieren oplossen (niveaus in het leerproces). Gelet op de ondersteuning van het oplossingsproces door het lesmateriaal en de begeleiding van de klas en groep door de leraar is het groepsproces te omschrijven als "begeleide herontdekking" (zie het begrip "re-invention" bij Freudenthal, 1973b). In een klassikaal intermezzo rapporteren de leerlingen over de oplossingen die zij in de groepjes hebben gevonden en reflecteren zij onder leiding van de leraar op de verschillen in oplossingen en oplossingswegen.

Dan volgt een diagnostische toets, die elke leerling individueel maakt. De toets kan een meer open of een meer gesloten karakter hebben afhankelijk van de doelstellingen van de betreffende cyclus. Deze toets is een middel om na te gaan hoe ver elke leerling gekomen is. De leraar kijkt deze toets na. Hij bespreekt de toetsresultaten met de klas. Hij beslist op grond van de resultaten en op grond van zijn persoonlijke ervaringen met de leerlingen, hoe het verder gaat d.w.z. of er alternatieve leerwegen worden ingesteld voor zwakke en sterke leerlingen.

Leerlingen die achterblijven en waarvan de kennis duidelijke hiaten vertoont, krijgen in een groep van bijvoorbeeld 6 of 10 leerlingen, aangepaste (speciale) instructie van de leraar. De overige leerlingen werken zelfstandig aan individuele opdrachten. Zij kunnen elkaar hulp vragen.

Dan is er een fase waarin leerlingen zelfstandig aan opdrachten werken. In deze fase zitten de leerlingen wel in dezelfde heterogene groepjes als bij de component samenwerking, alleen de werkwijze verschilt. Men werkt zelfstandig aan verschillende opdrachten. Leerlingen kunnen elkaar vragen om hulp. De leraar begeleidt leerlingen individueel.

Tenslotte sluit de leraar de cyclus klassikaal af. Ook nu weer kunnen rapportages van leerlingen plaatsvinden. De leraar geeft tenslotte een

recapitulatie van de belangrijkste begrippen en procedures voor oplossingen.

In het onderzoek werden de Ago-cycli afgesloten met een eindtoets. Deze eindtoets was een onderzoeksinstrument, maar de leraar gebruikte deze toets ook ter bepaling van een proefwerkcijfer. De leraar bespreekt de resultaten op de eindtoets en introduceert vervolgens een nieuwe leereenheid.

Het Ago-model is gebaseerd op wiskunde-didactische uitgangspunten, en elementen uit cognitietheorieën en motivatietheorieën (Freudenthal, 1973a en 1973b; Lesh, 1981; Terwel, 1986a en 1986b). Omdat het werken in kleine groepen zo'n belangrijke plaats inneemt binnen het Ago-model wordt op de theoretische achtergronden hiervan nader ingegaan. Op basis van cognitieve theorieën is te verwachten dat groepswork een acceleratie van het leerproces te weeg brengt. De oorzaken voor de positieve effecten van groepswork kunnen worden gezocht in verschillende factoren die kunnen optreden bij groepswork.

1. In de kleine groep worden leerlingen door medeleerlingen geconfronteerd met andere oplossingen en gezichtspunten. Dit kan er toe leiden dat een sociocognitief conflict ontstaat. Dit gaat gepaard met gevoelens van onzekerheid, waardoor bij leerlingen de bereidheid ontstaat eigen oplossingen te heroverwegen vanuit een nieuw perspectief. Deze processen bevorderen hogere cognitieve vaardigheden. In principe kunnen leerlingen door samen te werken de onzekerheid die is ontstaan door verschillende gezichtspunten, ook weer samen in de groep overwinnen en dat geldt vooral bij moeilijke of gecompliceerde opdrachten.

2. De kleine groep biedt aan groepsleden de mogelijkheid te profiteren van de kennis in de groep als collectief. Daarbij is te denken aan kennis, vaardigheden en ervaringen die niet bij elke individuele leerling aanwezig is. Leerlingen gebruiken elkaar als "resources". Leechor (1988) spreekt in dit verband van "resource sharing".

3. Samenwerken in kleine groepen betekent dat leerlingen hun gedachten onder woorden moeten brengen. Dit verwoorden faciliteert het begrijpen via een reorganisatie van cognities. Wie onderwijst

leert zelf het meest. Het geven en ontvangen van uitleg bevordert het leerproces. Groepsleden profiteren niet alleen van de kennis en de inzichten die via "peer tutoring" worden overgedragen, maar ook door te participeren in het oplossingsproces van de groep kunnen zij effectieve strategieën voor het oplossen van problemen internaliseren.

4. Op basis van motivatietheorieën is eveneens een positief effect van groepswork te verwachten. Samenwerken intensiveert het leerproces. Leerlingen in de leeftijd van twaalf tot zestien jaar zijn sterk op de "peer group" ingesteld en zeer geïnteresseerd in interactie met leeftijdsgenoten.

5. In de wiskunde-didactiek worden positieve effecten verwacht van de aard van de opdrachten die in de groepen worden gebruikt. Veelzijdige opdrachten die een beroep doen op verschillende cognities en ervaringen van leerlingen, bieden leerlingen de mogelijkheid hun sterke punten in te brengen bij het zoeken naar oplossingen. Zie bijvoorbeeld de theorie van de niveaus in het leerproces bij Freudenthal (1973a en 1973b), en het begrip Multi-Ability Task bij Cohen, Lotan & Leechor, 1989).

Voorbeelden uit het lesmateriaal

Het Ago-model is uitgewerkt in een deelcurriculum met lesmateriaal voor de leerlingen en een handleiding voor de leraren. Daartoe is een aantal hoofdstukken uit een bestaande methode bewerkt (Wiskunde Lijn van Jacob Dijkstra). Met het oog op een faire vergelijking tussen de experimentele groep en de controlegroep is uitgegaan van één en dezelfde methode in beide condities. De doelstellingen en wiskundige inhoud was in beide condities gelijk. Alleen de instructie was verschillend. In de Ago-conditie werd volgens het Ago-model gewerkt. In de controleconditie werd overwegend individueel gewerkt, afgewisseld met klassikale instructies.

De grootste aanpassing van de betreffende hoofdstukken van de bestaande methode betrof de fase van het groepswork. Met enkele voorbeelden van groepsopdrachten worden de genoemde factoren geïllustreerd. De opdrachten zijn gebaseerd op de meestal individueel gerichte

Wiskunde Lijn opgaven, die ter vergelijking zullen worden besproken. Aanwijzingen voor de samenwerking zijn in de tekst van de opgave met hoofdletters aangegeven.

Nu volgt een opdracht uit het Ago-materiaal. Het betreft een context opgave waarbij meerdere oplossingen mogelijk zijn.

Met de groep

Annie Zorgvliet weegt elke morgen haar baby Flip. Als hij meer dan 4000 gram weegt, mag hij behalve melk ook fruithapjes gaan eten. Hij groeide de laatste tijd goed en op zekere dag wees de weegschaal 4100 gram aan. Annie wilde al een banaan gaan klaarmaken, maar toen ontdekte ze dat er verkeerd gewogen was, want Flip had in elke hand een rammelaar. Het waren twee gelijke rammelaars en zonder die dingen woog hij nog maar 3900 gram.

(a) Teken een balans met daarop aan de ene kant Flip en zijn rammelaars en aan de andere kant een gewicht van 4100 gram. Schrijf op Flip in de tekening hoeveel hij weegt.

(b) Schrijf de vergelijking op die bij de balans hoort. Dat wil zeggen: eerst de dingen van de linkerkant van de balans, dan het = teken en dan de dingen van de rechterkant van de balans.

(c) Hoeveel weegt één rammelaar?

(d) Weet je nog andere manieren om de vergelijking op te schrijven?

In figuur 1 is een uitwerking gegeven van de eerste vraag.

Figuur 1: Deeluitwerking contextopgave



Deel c van de opgave kan algoritmisch worden opgelost met een meer of minder formele vergelijking (bijv. $3900 + 2x = 4100$ of $3900 + ? + ? = 4100$ of een vergelijking met getekende rammelaars); het kan ook verbaal redenerend of door te proberen worden opgelost. Deze oplossingsmethoden verschillen van niveau. In de oorspronkelijke tekst van Wiskunde Lijn

worden verschillende methoden in oefeningen na elkaar behandeld als samenvatting van voorgaande stof. In het Ago-materiaal worden verschillende oplossingsmethoden met elkaar geconfronteerd door de openheid en deze extra vragen zoals vraag d.

Problemen, die men op verschillende manieren kan oplossen zijn vruchtbaar voor groepsdiscussie. Het moment waarop een dergelijke opdracht in het curriculum voorkomt, kan zo worden gekozen dat de kans op verschillende oplossingsmethoden optimaal is.

De gebruikte context zal voor sommige leerlingen bekender en aantrekkelijker zijn dan voor andere; een parallel-opgave met een verhaal over een bokser komt daaraan tegemoet. In beide gevallen is het mogelijk dat een leerling met weinig wiskunde-kennis toch een nuttige bijdrage heeft door eigen ervaringen met de context.

Nu volgt een opgave die op meerdere niveaus kan worden opgelost en bovendien meerdere oplossingen heeft.

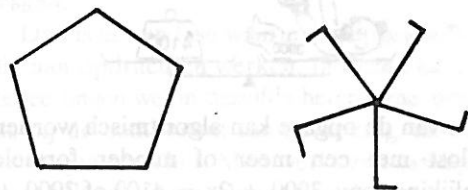
Met de groep

Maak een figuur met een draaicentrum van de 5e orde. Je mag passer, liniaal, kleurpotloden, hoekmeter en overtrekpapier gebruiken.

Denk er eerst apart over na en bespreek dan hoe het moet.

De benodigde draaihoek van 72 graden kan al proberend benaderd worden of vooraf worden berekend. Veel verschillende figuren zijn mogelijk. In figuur 2 zijn twee oplossingen gegeven.

Figuur 2: Deeluitwerking opgave met meerdere oplossingen



Vooraf de confrontatie van verschillende niveaus biedt mogelijkheden tot verdieping van het leerproces: oriëntatie op het hogere niveau en terugblik op het lagere (zie Freudenthal, 1973a).

De pendant uit Wiskunde Lijn is een opgave waarin van een serie figuren de orde van het draaicentrum en de grootte van de bijbehorende draaihoeken wordt gevraagd. Deze opgaven hebben een meer gesloten karakter.

De volgende voorbeelden van het lesmateriaal geven een indruk van de wijze waarop het oorspronkelijke materiaal is bewerkt voor de experimentele conditie, met het oog op groepswork. In figuur 3 is links de opdracht uit Wiskunde Lijn afgedrukt en daarnaast de Ago-opdracht.

De verzameling gelijkvormige opgaven wordt in het Ago-materiaal verdeeld, gemaakt en samen besproken. Het parallel werken aan gelijkvormige opgaven is geïnspireerd door onderzoek van Lesh (1981). Aanbieding van gelijkvormige problemen, gevolgd door gemeenschappelijke controle, haalt de relaties tussen de problemen naar voren. Onderzoek van die relaties draagt ertoe bij dat leerlingen het conceptueel model, dat de problemen gemeenschappelijk hebben, ontdekken, aldus Lesh. In de Ago-opgave wordt expliciet naar de relaties gevraagd.

De gegeven voorbeelden vereisen meestal intensieve samenwerking. In dezelfde fase kwamen ook opgaven voor met een minder verplichte vorm van samenwerking, die daardoor ook voor huiswerk geschikt waren. Voor een beschrijving van deze groepsprocessen aan de hand van kwalitatieve observatie (protocollen) zie Herfs, Mertens, Perrenet, & Terwel (1991).

Vraagstellingen, hypothesen en variabelen

De hoofd vraagstelling van het onderzoek is: leidt onderwijs dat is gerealiseerd volgens de kenmerken van het Ago-model tot significant betere leereffecten bij leerlingen in vergelijking met een controle conditie?

Daarnaast zijn twee aanvullende vragen geformuleerd met betrekking tot het effect van de klassecompositie en de bestede tijd:

- wat is het effect van de compositie van de klas op de prestaties van de leerlingen;
- wat is het effect van de tijd in de klas besteed aan het doorlopen van het curriculum?

Op basis van deze vragen zijn drie hypothesen geformuleerd:

- Ago leidt tot betere leerresultaten dan "ander

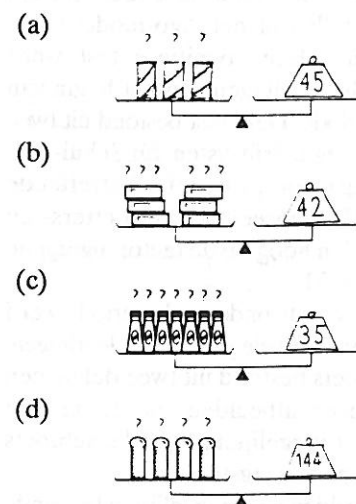
Figuur 3: Parallel werken aan gelijkvormig opgaven

WISKUNDE LIJN

Schrijf de balans verhalen zo kort mogelijk op.

Gebruik daarbij ?

Los daarna de vergelijkingen op.

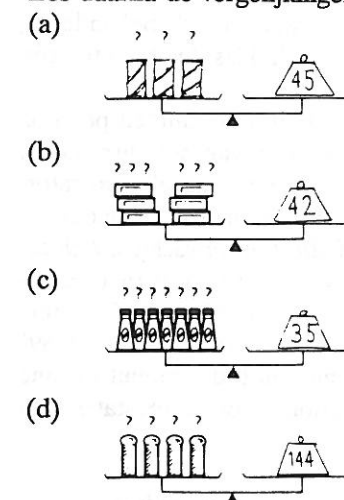


AGO

MET DE GROEP. VERDEEL DE OPGAVEN (a), (b), (c), (d).

Schrijf de balansverhalen zo kort mogelijk op als vergelijking.

Los daarna de vergelijkingen op.



Bespreek met de groep

(e) Wat was hetzelfde bij de vergelijkingen; wat was anders?

(f) Wat moest bij alle vergelijkingen gebeuren om de oplossing te vinden?

onderwijs": d.w.z. onderwijs waarin de Ago-kenmerken niet, of in mindere mate zijn gerealiseerd (Ago versus "ander onderwijs").

De variabele curriculum is in deze analyse opgenomen als een dummy variabele (1 voor Ago en 0 voor "ander onderwijs"). De achtergrond voor deze hypothese betreft de theoretische vooronderstellingen van het Ago-model. Het Ago-model is primair opgezet vanuit een cognitieve theorie omtrent het leren in de klas en in kleine groepen (Terwel, 1986a, 1986b, 1986c). Het verwachte effect van Ago is gebaseerd op de wijze waarop de leraar klassikaal de centrale begrippen en procedures aanbiedt en op het geven en ontvangen van hulp van leerlingen onderling in de kleine groep. Een belangrijk aspect van Ago is ook dat het onderwijs wordt afgestemd op het niveau van de leerlingen door

het tijdelijk instellen van alternatieve leerwegen. Zwakke leerlingen krijgen speciale instructie van de leraar in een remediale groep terwijl leerlingen die de basisdoelstellingen al beheersen zelfstandig werken aan verdiepende taken.

2. Hoe hoger de gemiddelde score van de klas op de voortoets (klassecompositie) des te hoger de score van de leerlingen op de natoets.

In dit onderzoek is de per klas gemiddelde score op de voortoets gebruikt als indicator van de klassecompositie (compositie). Het betreft het niveau van de klas op een toets voor wiskundige begaafdheid (aptitude) aan het begin van het experiment. Dit wordt aangeduid met "voortoets". Voor de formulering van de hypothese is aangesloten bij onderzoek naar het effect van klassecompositie op het leren van individuele leerlingen (vgl. Beckermann & Good, 1981; Good &

Marshall, 1984; Dar & Resh, 1986). Een grondgedachte hierbij is dat het percentage zwakke leerlingen in een klas een negatief effect heeft op het leren van de leerlingen in die klas. In klassen met veel zwakke leerlingen verloopt het onderwijsleerproces minder goed en er wordt minder leerstof behandeld dan in klassen met veel sterke leerlingen (vgl. Dreeben & Barr, 1987).

3. Hoe meer tijd is besteed aan de behandeling van het curriculum in de klas des te beter zijn de leerresultaten.

De variabele tijd is de tijd in minuten per klas besteed aan de uitvoering van het curriculum. De bestede tijd vormt een belangrijke indicator. Op theoretische en empirische gronden is hiervan een positief effect te verwachten. Achtergrond voor deze hypothese betreft theorievorming en onderzoek over Mastery Learning (Arlin, 1984) en IEA studies (Kifer, 1989) omtrent de betekenis van tijd (amount of time allocated to instruction) voor de prestaties van de leerlingen.

Onderzoekssituatie, design en analyse

Het onderzoek werd uitgevoerd in de tweede klas van scholengemeenschappen voor voortgezet onderwijs. Het onderzoeksdesign is een pretest-posttest design met een experimentele en een controlegroep.

Vier scholen met 15 klassen voerden het nieuwe Ago-curriculum uit, terwijl twee scholen met 8 klassen functioneerden als controlegroep. In totaal namen 572 leerlingen deel aan het onderzoek. De leraren uit de controle-conditie werkten met de bestaande methode op de voor hen gebruikelijke wijze d.w.z. met een combinatie van individueel werken en klassikale instructie. Groepswork kwam in de controleklassen nauwelijks voor, terwijl dit in de Ago-klassen een belangrijke component was (respectievelijk 6 en 27 procent van de geobserveerde tijd). De wiskundige inhoud van beide curricula was identiek. Aan het begin van het experiment waren er geen significante verschillen in gemiddelde scores op de toets voor wiskundig redeneren tussen de twee condities.

De gegevens werden geanalyseerd met behulp van het programma SPSS. Bij de multilevel-analyses is het VARCL-programma van Longford (1988) toegepast.

Instrumenten

Verschillende instrumenten werden gebruikt. Kwantitatieve observaties werden uitgevoerd om vast te kunnen stellen of het Ago-model in de klas is uitgevoerd. Een cognitieve test werd afgenomen bij alle leerlingen aan het begin van de onderzoeksperiode. Deze test bestond uit twee subschalen uit het zgn. Prüfsystem für Schul- und Bildungsberatung (Horn, 1969). De betreffende subschalen, de Figurenreeks en de Letters- en getallenreeks, laden hoog op de factor algemene redeneervaardigheid.

Aan het einde van de onderzoeksperiode werd een wiskundetoets voorgelegd aan alle leerlingen. Deze wiskundetoets bestond uit twee delen; een subtoets ging over afbeelden en de andere subtoets ging over vergelijkingen. Elke subtoets bestond uit 11 open vraagstukken.

De docenten vulden een vragenlijst in ten einde onder meer om vast te kunnen stellen hoeveel tijd besteed werd aan beide hoofdstukken.

Naast de hierboven genoemde instrumenten werden nog andere instrumenten gebruikt voor het meten van de attitude en de percepties van de leerlingen. In dit artikel komen alleen die instrumenten en gegevens aan de orde die van belang zijn voor de beantwoording van de effectiviteitsvraag. De onderzoeksinstrumenten bleken alle valide en betrouwbaar. De betrouwbaarheid van de vragenlijst voor de leraren is niet bepaald (N=13).

Analyse en Resultaten

Alvorens de uitkomsten van de analyses te presenteren volgt eerst in tabel 1 en 2 een overzicht van de beschrijvende gegevens van de belangrijkste variabelen. Deze gegevens behoeven als zodanig geen nadere toelichting. De gegevens zijn van belang om de grootte van het effect te kunnen bepalen aan de hand van de coëfficiënten uit de hierna te presenteren multilevel analyse.

Tabel 1: Kenmerken van de verdelingen van voortoets en natoets (N=572)

	voortoets	natoets
gemiddelde	53.55	23.04
st.dev	6.78	9.16
min	32.00	1.00
max	76.00	43.00
aantal cases	572	572
aantal klassen	23	23

Tabel 2: Verdelingskenmerken van de klassevariabelen (N=23). Mvoortoets is de per klas gemiddelde score op de voortoets. Tijd is de tijd in de klas besteed in minuten

	gemiddelde	standaard deviatie	minimum	maximum
mvoortoets	53.31	2.80	46.50	59.61
tijd	1106.52	141.95	900.00	1300.00

Eerst wordt in een regressie-analyse op het individuele niveau nagegaan wat het effect is van het Ago-curriculum op de leerprestaties, met inachtneming van initiële verschillen, zoals gemeten met de voortoets.

Daartoe is de volgende procedure gevolgd. Er is een regressie-analyse uitgevoerd waarbij een dummy-variabele is opgenomen voor curriculum (0 voor de vergelijkingsleerlingen en 1 voor de projectleerlingen). Als eerste stap is de individuele voortoetsscore ingevoerd. Vervolgens is in de tweede stap de variabele curriculum opgenomen. De uitkomsten staan in Tabel 3.

Uit tabel 3 is te concluderen dat voortoets 25 procent van de variantie verklaart. curriculum voegt daar 6 procent aan toe: er is een toename in de verklaarde variantie van stap 1 naar stap 2 van .25 naar .31. curriculum (Ago versus "ander onderwijs") geeft dus een significant effect na controle voor initiële verschillen op de voortoets.

Dit effect is ook te zien als men kijkt naar het

verschil tussen de condities in de gemiddelden van de voor- en nameting (niet in tabel gepresenteerd). Er bestaat er geen significant verschil tussen de leerlingen in de twee condities voor wat betreft hun wiskundige begaafdheid aan het begin (voortoets). Na het doorlopen van de twee curriculum-varianten (Ago versus "ander onderwijs") is er een verschil op de leerresultaten in het voordeel van de projectconditie. De gemiddelde scores op de wiskundetoets (natoets) voor de project- en vergelijkingsleerlingen zijn respectievelijk 24.97 en 19.36. De standaarddeviatie voor de controlegroep is 6.62. Op basis van deze gegevens is te berekenen dat de effect size .85 bedraagt. De conclusie is duidelijk: op individueel niveau is er een positief effect van curriculum. Dit effect van Ago is gelet op de gemiddelden, het percentage verklaarde variantie en de effect size, niet gering. De effect size is groter dan de meeste effect sizes die Slavin (1987) geeft in een grote overzichtsstudie naar het effect van ability-

Tabel 3: Regressie van natoets op voortoets en curriculum (N = 572)*

stap	variabele	R ² tot	F1	(df)	R ² ch	F2	(df)	Beta
1	Voortoets	.25	190.04**	(1;570)				.50
2	Curriculum	.31	128.93**	(2;569)	.06	251.11**	(1;569)	.25

* Betekenis

R²tot: tot en met de betreffende stap verklaarde variantieF1: F-ratio behorende bij R²tot

df: degrees of freedom

R²ch: in de betreffende stap toegevoegde verklaarde variantieF2: F-ratio behorende bij R²ch

** : significant op 1 procentniveau

Tabel 4: Verdeling variantie over de twee levels (N = 572)

	Variantie	Percentage
Level 1 leerling	38.48	47.96
Level 2 klas	41.75	52.04

grouping.

Bij de regressie-analyse op individueel niveau wat de effecten van het Ago-model zijn. Voor is geen rekening gehouden met het geneste karakter van de data in ons onderzoek. Door middel van een multilevel analyse op twee niveaus (leerlingen en klassen) zal nu worden nagegaan deze analyse is curriculum (1 of 0) als treatment op klasseniveau opgenomen. Daarnaast zijn de twee andere klasse-variabelen in het model opgenomen: het gemiddelde niveau van de klas bij de voormeting (compositie) en de tijd in de klas besteed aan het doorlopen van het Ago-curriculum (tijd).

Het uitgangspunt voor de multilevel analyse is de regressie van natoets op voortoets. Over de effecten van klassevariabelen op deze regressie zijn hierboven drie hypothesen geformuleerd. Deze hypothesen worden getoetst binnen het random coëfficiënt model voor multilevel analyse.

Dit model is opgebouwd uit twee stappen: in de eerste stap is er sprake van een binnengroepregressie. In de tweede stap worden de uitkomsten daarvan ingevoerd in een tussengroepregressie (Kreft & De Leeuw, 1986, Aitkin en Longford, 1986; Raudenbush & Bryk, 1986; Goldstein, 1987). In de meest eenvoudige vorm bevat het model twee levels en kan het model in twee stappen worden uitgeschreven, hoewel de toetsing simultaan plaatsvindt.

Nu volgen de uitkomsten van een multilevel analyse waarbij de effecten van het Ago-curriculum, de klassecompositie en de tijd besteed aan het curriculum zijn onderzocht. Daarmee worden de drie, hierboven geformuleerde, hypothesen getoetst.

In deze analyse is uitgegaan van een maximaal model waarin alle variabelen zijn opgenomen. Vervolgens zijn in een spaarzamer model de variabelen die geen significante bijdrage leveren op

nul gefixeerd. In alle analyses is een betrouwbaarheidsinterval van 95 procent gehanteerd, hetgeen overeenkomt met 1,96 maal de standaardfout. Een coëfficiënt moet dus 1,96 maal zo groot zijn als de bijbehorende standaardfout.

Voor het model als geheel zijn voorts de gebruikelijke criteria voor toegestane verschillen in Deviance gehanteerd, volgens de chi-kwadraat verdeling.

Tabel 5: Coëfficiënten en varianties als uitkomsten van multilevel analyse naar de effecten van klassecompositie, tijd en curriculum op de leerresultaten (N = 572) (standaardfout tussen haakjes)¹

	Model 1	Model 2
FIXED DEEL		
Individueel effect		
A ₀ Compositie	-255.9675	-245.1519
B ₀ effect voortoets	3.7310 (.8653)	3.5503 (.8522)
Klasse-effect		
Intercept verklaard door		
A ₁ compositie	3.821 (.8113)	3.7880 (.7746)
A ₂ tijd	.0443 (.0180)	.0386 (.0161)
A ₃ curriculum	7.40 (5.003)	3.1343 (1.569)
Helling verklaard door		
B ₁ compositie	-.0429 (.0141)	-.0427 (.0139)
B ₂ tijd	-.0009 (.0003)	-.0008 (.0003)
B ₃ curriculum	-.0805 (.0861)	
RANDOM DEEL		
s ² individueel	31.5348	31.5900
t ² intercept (klas)	12.6063 (.5403)	9.1203 (.5084)
v ² helling (klas)	.0013 (.0459)	
DEV	3646.3393	3646.4636
DEV-verschil		.1243
DF-verschil		2

¹ Coëfficiënten staan in FIXED DEEL en varianten staan in het RANDOM DEEL

De drie klassevariabelen dienen ter verklaring van de interceptverschillen en de hellingverschillen. In de volgende tabellen worden dezelfde benamingen voor de variabelen ter verklaring van de verschillen tussen intercepten en de hellingen gehanteerd, ook al zijn bij de hellingverklaringen interactievariabelen in het geding. Deze laatste variabelen zijn tot stand gekomen door vermenigvuldiging van de individuele score van de leerling op voortoets met de score van zijn klas op de betreffende klassevariabelen. Nu volgen eerst de gegevens omtrent de verdeling van de variantie-componenten over de twee levels in tabel 4.

Uit Tabel 4 is te concluderen dat er op beide levels ongeveer evenveel variantie te verklaren valt. Een analyse op twee niveaus, waarbij naast het individuele niveau ook het niveau van de klas wordt betrokken lijkt zinvol. Tabel 5 geeft de uitkomsten van een multilevel analyse naar het effect van de drie variabelen compositie, tijd en curriculum. In deze tabel zijn twee modellen opgenomen: het maximale model (1) en het spaarzame model (2)

Model 1 is een maximaal model waarbij alle variabelen zijn opgenomen. Dit model bevat ook coëfficiënten die niet significant zijn. Model 2 is het spaarzame model waarin alleen coëfficiënten voorkomen die een significante bijdrage leveren. In model 2 zijn de variabelen B_3 en V^2 op nul gefixeerd. Alleen model 2 wordt besproken. Dit laatste Model geeft informatie over het effect van de Ago-curriculum. Er is uit dit model een aantal conclusies af te leiden. De effecten op het intercept en de effecten op de helling volgens model 2, worden per variabele besproken.

Allereerst ziet men een effect van voortoets op het individuele niveau. De individuele score op de voortoets blijkt een belangrijke voorspeller van de resultaten op de natoets. Deze conclusie bevestigt de bevindingen bij de individuele regressie-analyse (zie tabel 1), namelijk dat voortoets een effect heeft op natoets.

Voorts is te zien dat compositie een significante bijdrage levert aan de verklaring van de interceptverschillen. Hoe hoger compositie des te hoger het intercept. De leerlingen profiteren gemiddeld meer van het verblijf in een klas met een hoge score op compositie dan in een klas met een laag klassegemiddelde. Bij de verklaring

van de hellingverschillen door compositie is te zien dat deze variabele een negatief effect heeft. Dat wil zeggen hoe hoger de score op de klassecompositie hoe kleiner de hellingshoek d.w.z. hoe kleiner de verschillen tussen de leerlingen in de klas. Het uiteindelijke effect van klassecompositie dat wil zeggen de som van effect op het intercept en effect op de helling verschilt per leerling. De conclusie is dat de compositie van de klas een belangrijk effect heeft op de prestaties van de individuele leerlingen.

Wat gezegd kan worden van klassecompositie geldt ook voor de factor tijd. Hoe meer tijd de leerlingen wordt geboden om het curriculum te doorlopen des te beter zijn de resultaten en hoe kleiner de verschillen tussen de leerlingen in de klas. De betere leerresultaten gelden echter niet voor alle leerlingen, het lijkt er op dat verlenging van de tijd alleen een positief effect heeft voor de zwakkere leerlingen.

Nu komt de belangrijkste vraag in deze analyse: wat is het effect van curriculum (volgens dummy-coding) op de leerresultaten? Het antwoord is dat er geen effect is van curriculum op de helling, maar wel een effect op het intercept. Dat betekent dat Ago in vergelijking met "ander onderwijs" gemiddeld een hogere score op de natoets geeft. Daarmee is de hoofdhypothese over het effect van Ago bevestigd. De grootte van het effect van Ago is $3.13 \cdot 1$, dus ruim drie punten op natoets in model 2. Dat is een aanzienlijk verschil wanneer men dat beziet in relatie tot het gemiddelde op de natoets van 23 punten. Voor een gemiddelde leerling betekent dat ongeveer één punt op een schaal met tien punten (schoolcijfer).

Conclusies

Datgene wat leerlingen individueel aan wiskundige begaafdheid meebrengen aan het begin van het experiment, blijkt een belangrijke predictor van hun prestaties bij wiskunde aan het eind. Deze conclusie komt overeen met wat elders veelal wordt gevonden en hoeft geen betoog.

Ago-leerlingen blijken betere resultaten te boeken dan leerlingen die "ander onderwijs" hebben genoten. Deze conclusie blijkt stand te houden na controle voor verschillen op de volgende variabelen (a) individuele verschillen

in wiskundige begaafdheid (b) verschillen in het gemiddelde begaafdheidsniveau van de klas en verschillen in tijdsbesteding. Hypothese 1 over het effect van Ago kan dus worden aangenomen.

Voorts werden effecten gevonden van de twee contextvariabelen op klassenniveau: het gemiddelde niveau van wiskundige begaafdheid in een klas en de tijd die in de klas aan wiskunde werd besteed. Hypothesen 2 en 3 kunnen dus eveneens worden aangenomen, zij het dat bij hypothese 3 (tijd) een restrictie moet worden gemaakt ten aanzien van de sterke leerlingen: zij lijken niet te profiteren van meer tijd. Op dit laatste punt is nadere analyse nodig.

Discussie en aanbevelingen

Het onderzoek heeft voor de praktijk in de eerste fase van het voortgezet onderwijs belangrijke gegevens opgeleverd. Allereerst blijkt dat leraren in staat zijn gebleken het Ago-model in de gewone klassepraktijk uit te voeren. Veel belangrijker is nog dat het Ago-model effectief is gebleken: gemiddeld gaan de leerlingen er belangrijk op vooruit in vergelijking met "ander onderwijs".

Hoe zij deze effecten te verklaren? Zijn er factoren aan te wijzen die ten grondslag liggen aan het verschil in effect tussen beide condities? Uit een vergelijking van de implementatie van de twee varianten van het curriculum komt naar voren dat de twee condities vooral verschillen in de mate waarin groepswork is toegepast. Mede gezien de theoretische achtergrond van dit onderzoek lijkt het aannemelijk dat de verklaring vooral in het groepswork moet worden gezocht. Zie ook de vijf factoren die in dit artikel zijn beschreven in de paragraaf over de theoretische achtergrond.

In de analyses van het effect van specifieke kenmerken van het Ago-model komt de factor groepswork als positief naar voren. Op grond van deze empirische bevindingen zou men dus de aanbeveling kunnen doen veel groepswork toe te passen in de klas: hoe meer groepswork hoe beter!. Deze aanbeveling is echter te simpel en kan in de praktijk (voor bepaalde categorieën leerlingen) negatief uitwerken. Men dient bij de interpretatie van deze empirische gegevens ten

minste vier overwegingen te betrekken.

(a) In geen van de klassen die in het onderzoek waren betrokken kwam het gemiddelde percentage groepswork boven de helft van de totale curriculumtijd uit. Groepswork blijkt effectief tot ongeveer de helft van de tijd. Of een hoger percentage groepswork een verdere toename in leerwinst tot gevolg heeft, valt op grond van ons onderzoek niet te zeggen.

(b) Het is waarschijnlijk dat groepswork alleen dan effectief is wanneer deze werkvorm wordt aangevuld en afgewisseld met andere werkvormen zoals klassikale instructie en individueel werk. Niet alleen omdat afwisseling als zodanig een belangrijk didactisch principe is, maar ook omdat bepaalde doelen beter door klassikale instructie dan door groepswork worden bereikt. Klassikale instructie kan ook worden gezien als een noodzakelijke voorwaarde voor goed groepswork.

(c) Er zijn aanwijzingen uit de theorie en uit empirisch onderzoek met betrekking tot coöperatief leren dat niet alle leerlingen in gelijke mate profiteren van groepswork. Er zijn differentiële effecten gevonden (Leechor, 1988). De zwakke leerlingen lijken minder leerwinst te boeken dan de sterke leerlingen, mogelijk als gevolg van verschillen in voorwaardelijke kennis om aan het groepswork te kunnen deelnemen.

(d) Elke aanbeveling met betrekking tot groepswork dient gepaard te gaan met voorwaardelijke uitspraken over het lesmateriaal voor de leerlingen. Het is waarschijnlijk niet zinvol op groepswork over te gaan zonder geschikt curriculummateriaal voor de leerlingen en zonder een goede handleiding voor de leraar. In het Ago-project is hieraan grote zorg besteed.

Als men dit alles in overweging neemt kan de volgende aanbeveling, mede met het oog op de basisvorming, worden gedaan. Een percentage groepswork van maximaal 50 procent van de tijd over een reeks van lessen lijkt verantwoord uit oogpunt van effectiviteit. Het groepswork dient echter ingebed te zijn in een didactisch arrangement waarin ook andere werkvormen voorkomen. Er moet gebruik worden gemaakt van lesmateriaal dat speciaal voor het werken in kleine groepen is ontworpen. Aan de participatie en de leerwinst van de zwakke leerlingen dient in het bijzonder aandacht te worden besteed.

Ook het effect van klassecompositie en de hoeveelheid tijd is in het perspectief van de basisvorming interessant. De compositie van de klas blijkt gemiddeld een belangrijke, positieve factor voor het leren van de leerlingen in de klas. Deze bevinding is geheel in overeenstemming met eerder verricht onderzoek in het buitenland. Scholen die een vorm van streaming toepassen komen voor een dilemma te staan. Als men het leerproces van de sterke leerlingen op deze wijze wil versnellen, moet men onder ogen zien dat dit ten koste kan gaan van de zwakke leerlingen. Dit klemt te meer als men in aanmerking neemt dat zwakke leerlingen gevoeliger zijn voor de factor classesamenstelling dan sterke leerlingen.

Voorts is in vele onderzoeken is het belang van de allocatie van tijd naar voren gekomen. Interessant is dat de verschillen tussen de leerlingen in de klas afnemen bij verlenging van de leertijd en dat dit ten koste gaat van de sterke leerlingen. Het lijkt erop dat scholen belangrijke beleidskeuzen kunnen maken door te manipuleren met de klassecompositie en met de tijd. De klassecompositie kan men beïnvloeden door de keuze van de groeperingsvorm (streaming of heterogene groepering van leerlingen). En met de tijd kan men ook ingrijpen in de prestaties van de leerlingen. Als men de gevonden relaties in causale zin zou mogen interpreteren dan hebben scholen met deze variabelen krachtige instrumenten voor beleid in handen. Men kan er de gemiddelde prestaties mee beïnvloeden maar ook de toename in verschillen tussen leerlingen in de klas mee versterken of juist afremmen.

Het design van deze studie is voor praktijkexperimenten relatief sterk. Er is echter een belangrijke beperking, namelijk het ontbreken van randomisatie. Het was niet mogelijk om leerlingen en leraren at random aan treatments toe te wijzen. Het is niet uit te sluiten dat bij een dergelijk design contaminaties optreden. Hoewel er controle is toegepast voor de belangrijkste variabelen op individueel- en op klasseniveau is voorzichtigheid bij de interpretatie geboden.

Summary

This article examines the effects of a curriculum

for cooperative learning and adaptive instruction in secondary mathematics education. The curriculum is based on the Ago-model: a model for cooperative learning and adaptive instruction in mathematics. The database comprises data of 572 students and 23 classes. The design of the study is a pretest-posttest-control group design. A model for multilevel analysis is applied. The main conclusion of the study is positive. The AGO model proved to be practical and effective in comparison with the control group. In addition, the mean cognitive level of a class has a positive effect on the learning outcomes. The allocated time decreases the differences between students. The implications for teaching and grouping practices are considered.

Noot

1. De vraag naar de uitvoerbaarheid komt in dit artikel niet aan de orde. Het model is uitvoerbaar gebleken. Ook wordt niet ingegaan op de affectieve opbrengsten. Er is geen effect gevonden van Ago op de houding van de leerlingen.

Literatuur

- Aitkin, M., & Longford, N. (1986). Statistical modelling issues in class effectiveness studies. *Journal of the Royal Statistical Society*, 149, 1-43.
- Arlin, M. (1984). Time, equality and mastery learning. *Review of Educational Research*, 54(1), 65-86.
- Beckerman, T., & Good, T. (1981). The classroom ratio of high and low aptitude students and its effect on achievement. *American Educational Research Journal*, 18, 317-327.
- Como, L., & Snow, R. (1986). Adapting teaching to individual differences among learners. In: M.C. Wittrock (Ed.), *Third handbook of research on teaching*. New York: MacMillan; London: Collier.
- Dar, Y., & Resh, N. (1986). Classroom intellectual composition and academic achievement. *American Educational Research Journal*, 23, 357-374.
- Dreeben, R., & Barr, R. (1987). An organizational analysis of curriculum and instruction. In: M.T. Hallinan (Ed.), *The social organization of schools* (pp. 13-40). New York: Plenum Press.
- Freudenthal, H. (1973a). De niveaus in het leerproces en de heterogene leergroep met het oog op de middenschool. *Gesamtschule conferentie 1973*. Amsterdam: Algemeen Pedagogisch Studiecentrum; Purmerend: Muusses.
- Freudenthal, H. (1973b). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: Reidel.
- Goldstein, H. (1987). *Multilevel models in educational and social research*. London: Griffin; New York: Oxford University Press.

- Good, T.L., & Marshall, S. (1984). Do students learn more in heterogeneous groups? In: P.L. Peterson, L.C. Wilkinson & M. Hallinan (eds.): *The social context of instruction*. Orlando, Academic Press.
- Herfs, P.G.P., Mertens, E.H.M., Perrenet, J. Chr., & Terwel, J. (1991). *Leren door samenwerken*. Adaptief groepsonderwijs (Ago) als een curriculum innovatie in het voortgezet onderwijs. Amsterdam/Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Horn, W. (1969). *Prüfsystem für Schul- und Bildungsberatung (Handanweisung)*. Göttingen: Verlag für Psychologie Hogrefe.
- Kifer, E. (1989). What IEA studies say about curriculum and school organisation. In A. C. Purves (Ed.), *International comparisons and educational reform* (pp. 51-73). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Leeuw, J. de, & Kreft, G.G. (1986). Random coefficient models for multilevel analysis. *Journal of Educational Statistics*, 11, 57-85.
- Lesh, R.A. (1981). Applied mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, nr.2, 253-264
- Longford, N.T. (1988). *VARCL-Manual*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Perrenet, J. Chr., Herfs, P.G.P., & Terwel, J. (1991). *Handleiding voor onderwijs in heterogene groepen. AGO (Adaptief Groepsonderwijs): een werkwijze die met alle leerlingen rekening houdt. Met voorbeelden uit de wiskunde*. De Lier: Academisch Boekencentrum.
- Raudenbush, S., & Bryk, S.A. (1986). A hierarchical model for studying school effects. *Sociology of Education*, 59, 1-17.
- Slavin, R.E. (1985a). Team-assisted individualization. A cooperative learning solution for adaptive instruction in mathematics. In M.C. Wang & H.J. Walberg (Eds.), *Adapting instruction to individual differences*. Berkeley: C.A. McCutchan.
- Slavin, R.E. (1985b). *Cooperative learning: Developmental versus motivational perspectives*. Paper presented on

- "Peer Based learning" K.U.Nijmegen.
- Smeets, E.F.L., & Buis, Th.J.M.N. (1986). *Leraren over de eerste fase van het voortgezet onderwijs*. 's-Gravenhage: Staatsuitgeverij.
- Terwel, J. (1986a). Basisvorming en het ontwerpen van onderwijsleersituaties voor 12-16-jarigen. In *Pedagogisch Tijdschrift*, 11(6), 354-366.
- Terwel, J. (1986b). Effecten van adaptief groepsonderwijs (Ago 12-16). Niet-gepubliceerd rapport: subsidie-aanvraag, ISOR/Vakgroep Onderwijskunde, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Terwel, J. (1986c). Leren in coöperatieve groepen. In J. Voogt & A.J.C. Reints (Red.), *Naar beter onderwijs* (pp. 71-100). Tilburg: Zwijssen.
- Terwel, J., Herfs, P., Perrenet, J., & Ploeg, D. van der. (1988). *Ontwerpen van Adaptief Onderwijs. Een empirisch onderzoek naar de uitvoering van een model voor Adaptief Groeps Onderwijs in de eerste fase voortgezet onderwijs bij wiskunde*. Afdeling Onderwijsonderzoek/ISOR, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Terwel, J., & Eeden, P. van den. (1990). Effecten van gedifferentieerd wiskundeonderwijs: de toepassing van een model voor multilevelanalyse bij curriculumevaluatie. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 15(5), 273-284
- Wang, M.C., & Walberg, H.J. (1985). *Adapting instruction to individual differences*. Berkeley, CAL: McCutchan.
- Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR, 1986), *Basisvorming in het onderwijs*. Den Haag: Staatsuitgeverij.

Trefwoorden

Swidocsystematische code: Secundair onderwijs: 15.15

Swidoc trefwoorden:

Groepswerk

Wiskundeonderwijs