

J.H.F.M. Klep

**Arithmeticus. Simulatie van Wiskundige Bekwaamheid. Computerprogramma's voor het generatief en adaptief plannen van inzichtelijk oefenen in het reken-wiskunde-onderwijs**

Zwijssen B.V., Tilburg, 419 pagina's

ISBN 90.276.4236.2

Op 22 december 1998 promoveerde Klep op dit proefschrift. Een voorlopige bekroning van het werk waarmee hij rond 1984 begon. Hij kreeg binnen de SLO de ruimte om te zoeken naar mogelijkheden om oefenprogramma's voor reken-wiskundeonderwijs te realiseren waarbij recht gedaan wordt aan de principes van het realistische reken-wiskundeonderwijs. Dat leidde in eerste instantie tot 'Een Wereld Rond Tafels', een programma waarin kinderen de tafels van vermenigvuldiging kunnen oefenen. Daarbij kunnen ze ondersteuning door modellen en 'buursommen' oproepen. De ervaringen hiermee leidden tot de vraag hoe de feed-back van zo'n programma verbeterd kon worden. De beantwoording van die vraag gaf aanleiding tot het realiseren van andere educatieve computerprogramma's en dit leverde de stof voor het schrijven van het proefschrift.

Uit de tweede ondertitel van het proefschrift is af te lezen dat tijdens de uitvoering van het onderzoek de aandacht voor het ondersteunen van het oefenen naar de planning daarvan door de leerkracht verschoven is.

Het proefschrift is onderverdeeld in vier delen.

Deel I bevat de inleiding, de wijze van ontwerpen, het conceptueel kader en de samenvatting.

De studie levert 'een nieuwe kijk op computerbegeleid oefenen' op (p 4). Onderzocht wordt of het mogelijk is om met de computer te oefenen op een wijze die een bijdrage levert aan 'onderwijs op maat'. Dit computerbegeleid oefenen wordt uitdrukkelijk gezien als onderdeel van het klassengebeuren. Computerprogramma's als de door Klep ontwikkelde behoren tot de rekengereedschappen die de leerkracht ten dienste staan. Klep ziet zo'n computerprogramma dus niet in staat om zelfstandig een deel van het onderwijs voor zijn rekening te nemen. Wel biedt een computer

volgens Klep andere mogelijkheden dan waarover een leerkracht beschikt om leerlinggedrag vast te leggen, data te analyseren en op grond daarvan educatieve acties te ondernemen. Daartoe worden in het proefschrift een aantal belangrijke didactische en onderwijskundige begrippen geanalyseerd en omgezet in formele structuren die door een computer verwerkt kunnen worden. Dat levert voor de realistische reken-wiskundededidacticus contra-intuïtieve momenten op. Immers, de realistische reken-wiskundededidacticus kenmerkt zich door sterk situationeel bepaalde leerling - leerkracht interacties. Hierbinnen is er veel ruimte voor de persoonlijke deskundigheid van de leerkracht. Met de aanpak van Klep lijkt er weer plaats te komen voor een meer mechanistische aanpak. Echter, de aanpak richt zich op de analyse van een aantal kenmerken die de deskundigheid van een goede leerkracht bepalen, met de bedoeling dit te modelleren in een computerprogramma. En dat is iets heel anders dan de aanpak die het mechanistisch onderwijs kenmerkt.

Het ontwerpen op het grensvlak van realistisch reken-wiskundeonderwijs en formele structuren vraagt om een goed afgewogen ontwerpproces. Klep komt daartoe tot het concept van 'reflectief ontwerpen'. Hij gebruikt een cyclisch ontwerpproces van SOL (1982), waarin een aantal modellen een rol speelt. Dat vult hij aan met een modellering van de probleemsituatie waarvan de ontwerper deel uitmaakt. Zo ontstaat een model voor reflectief ontwerpen (schema 2, pagina 15).

De te modelleren onderwijskundige en didactische begrippen worden opgevat als formele definities, en die weer als structuren met een aantal parameters. Invulling van deze parameters bepaalt de waarde en de aard van de structuren. Het totaal van de structuren wordt opgevat als een theorie die gefalsificeerd kan worden. Daartoe moet zo'n theorie eerst, door de keuze van de parameters, gespecificeerd worden. Dat gebeurt door de realisering in enkele werkende educatieve computerprogramma's. Als deze technisch goed blijken te werken dan wordt geconcludeerd dat de theorie technisch voldoende consistent is.

Ook hiermee lijkt er een traditioneel (in dit

geval positivistisch) standpunt ingenomen te worden. We moeten echter bedenken dat een computer is geconstrueerd om streng logisch te opereren. Dat vraagt (althans op het niveau van de gekozen programmeertalen) om streng geformaliseerde programma's (theorieën). En dan is een logisch positivistisch georiënteerde verantwoording wellicht voor de hand liggend.

Deel II gaat in op het inzichtelijk oefenen binnen realistisch reken-wiskundeonderwijs, planning binnen een (gelaagde) schoolorganisatie (gerealiseerd in 'zich ontwikkelende systemen', 'ZOS'-modellen), en de evaluatie van redeneringen in de onderwijspraktijk.

Het hoofdstuk betreffende inzichtelijk oefenen binnen realistisch reken-wiskundeonderwijs bevat veel al bekende kwesties betreffende de rekenstrategieën van kinderen.

Het proefschrift bevat verder een scherpe analyse van planning in een schoolorganisatie. Het wordt geformuleerd in termen van educatieve systemen die bestaan uit 'zich ontwikkelende systemen' (ZOS, bijvoorbeeld een leerling, maar dat kan ook een computerprogramma zijn) en 'begeleidende systemen' (BS) die in interactie met elkaar zijn (schema 4, p 54).

Een BS en een ZOS kunnen op hun beurt weer bestaan uit een educatief systeem zodat een (gelaagde) schoolorganisatie beschreven kan worden als een verzameling geneste educatieve systemen (schema 7, p 57).

Binnen dit conceptueel kader worden begrippen als 'adaptatie', 'evaluatie' en 'planning' verder geanalyseerd. Dit leidt tot een model waarmee leerlingmodellen gekarakteriseerd kunnen worden (schema 21, p 95). De analyse van planning leidt tot de beschrijving van planningstaken op verschillende niveaus van de gelaagde onderwijsorganisatie (schema 25, p 97).

Deel III beschrijft een programma voor het voortbrengen van redeneringen. Het is (volgens Klep) de kern van het proefschrift.

De wens een model te ontwikkelen dat de wiskundige bekwaamheid van een leerling kan weerspiegelen, leidde tot de vraag of het

mogelijk is een computerprogramma te ontwikkelen dat zelf rekenproblemen kan oplossen. Dat is de kern van dit hoofdstuk.

Het hoofdstuk gaat daartoe diep in op bouwstenen voor redeneringen, wiskundige modellen en transformaties daartussen. Daarna wordt er een calculus voor redeneringen afgeleid.

Klep gaat in op de vraag of er taxonomieën in oefenstof aan te wijzen zijn. Zijn conclusie luidt dat als er persoonlijke strategieën toegelaten zijn er geen dwingende taxonomie bestaat.

Uiteindelijk is er een werkend ZOS-model (Arithmeticus) gerealiseerd dat gebruikt kan worden voor de realisering van adaptieve educatieve computerprogramma's voor het reken-wiskundeonderwijs.

Deel IV gaat in op de gerealiseerde computerprogramma's en daarmee komen we weer terug in de schoolpraktijk. Het bevat ook de discussie, hier 'Uitgeleide' genoemd.

Allereerst wordt er ingegaan op de interpretatie van leerlingwerk. Het computerprogramma ISWA doet dat door het vergelijken van de stappen in de oplossingsweg van de leerling met door Arithmeticus gegenereerde oplossingen. Zodoende zijn ook informele oplossingsmethoden van de leerling te herkennen, mits Arithmeticus ze zelf kan genereren. De kennis en vaardigheden, in het model aanwezig, zijn in dat opzicht beperkend. Gaat een informele oplossingsmethode daarbuiten, dan kan het programma die niet herkennen. Hier komen we aan de grenzen van wat met een deterministische aanpak bereikt kan worden.

Daarna wordt beschreven hoe evaluatie en planning, en het onderhoud daarvan gerealiseerd zijn.

De Uitgeleide bevat de conclusies en aanbevelingen.

Klep poneert dat de bestaande onderwijskundige en vakdidactische opvattingen niet zonder meer geschikt zijn om educatieve software te ontwerpen. Deze theorieën zijn immers ontwikkeld t.b.v. de praktijk van de leerkracht. Aangezien een mens anders denkt en beslist dan een computer heeft Klep in zijn proefschrift een 'informatische onderwijskunde en didactiek' geformuleerd.

Klep constateert dat deze informatische onderwijskunde en didactiek een geschikt kader bleek om een aantal computerprogramma's te specificeren en te programmeren. Waarmee de ontwerp-vraag in positieve zin beantwoord is. Een verificatie dus. Over mogelijkheden tot falsificatie (Deel I) rept Klep verder niet meer.

In de aanbevelingen lezen we o.a. over het doen van verder onderzoek naar de ondersteuning van andere wiskundige activiteiten. Toepassing/aanpassing van het in dit proefschrift ontwikkelde adaptief planningssysteem in/aan andere vakken wordt mogelijk geacht.

Dit proefschrift neemt een bijzondere plaats in in de reeks dissertaties die de ontwikkeling van de realistische reken-wiskundendidactiek heeft voortgebracht. De wens om adaptieve begeleiding in een computerprogramma te modelleren en te realiseren leidde noodzakelijkerwijs tot een zeer formele uitwerking van veel begrippen die in de realistische reken-wiskundendidactiek gebruikt worden. De winst daarvan is aanscherping en nadere precisering van deze begrippen.

Met de geschetste aanpak lijkt de grens bereikt van wat er met een gedetermineerde aanpak in een computerprogramma mogelijk is. Wil men het adaptieve karakter van educatieve computerprogramma's verder ontwikkelen dan zal vermoedelijk een andere aanpak, bijvoorbeeld met neurale netwerken, gekozen moeten worden.

Het is een bijzonder proefschrift met veel originele blikrichtingen en diepgaande analyses die erg verrijkend zijn voor de realistische reken-wiskundendidactiek.

De gerealiseerde computerprogramma's demonstreren dat er educatieve software mogelijk is die aansluit op het realistische reken-wiskundeonderwijs.

Klep promoveerde cum laude op dit proefschrift.

H.K. Slettenhaar

## Mededelingen

### Inhoud andere tijdschriften

*Tijdschrift voor orthopedagogiek*  
jaargang 39 nummer 1

Persoonlijkheidskenmerken en gedragsproblematiek van jongens in rijksbehandelinrichting 'De Hunnerberg' door *J.H.L. Oud, J.E.J. Spee, J.C.J.M. Koolen & C. van Dam*

Het succes van wonen met ondersteuning. Een vooronderzoek door *H. Ruigrok & A. Van Genep*

Taalonderwijs in de steigers. Naar een aanpak van taal in het praktijkonderwijs door *G.M. Hoogenkamp*

*Tijdschrift voor orthopedagogiek*  
jaargang 39 nummer 2

Zorgtoewijzing in de jeugdhulpverlening. Een onderzoek onder 151 jongeren, aangemeld voor residentiële zelfstandigheidstraining door *E.J. Knorth & C.L.M. van Woensel*

Een eigen praatpapier. Over gedragsbeïnvloeding bij autistische leerlingen door *E.C. van Doorn*

De menstekening als index voor cognitieve sociaal-emotionele ontwikkeling door *J. Ter Laak, P. van Rijswijk, M. van Leuven & G. Brugman*

*Kind en adolescent. Tijdschrift voor pedagogiek, psychiatrie en psychologie.*  
Jaargang 20 nummer 4

Preventieprogramma's voor kinderen van alcoholafhankelijke ouders. Een overzicht van de literatuur door *P. Cuijpers*

De individuele cliënt als studieobject. N=1 onderzoek in de psychiatrie door *T. Kuipers en M.E.E. Gorissen*

Het domein van de jeugd-GGZ: recht van overpad door *C. Konijn, E. Berben, F. Verheij en M. Donker*

### Benoemingen

Prof. dr. F.A.J. Korthagen

Per 1 februari 2000 is Fred Korthagen benoemd aan de Universiteit Utrecht tot bij-

zonder hoogleraar in de Didactiek van de Opleiding van Leraren. Hij werkt bij het IVLOS (Interfacultair Instituut voor Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en Studievoordigheden). Daarnaast is Fred Korthagen tot 1 september a.s. bijzonder hoogleraar voor het gebied Opleiding van Opleiders aan de Universiteit van Amsterdam, afdeling onderwijskunde (de Kohnstammleerstoel).

### Oratie

Prof. dr. A.J.J.A. Scherpbier

Op vrijdag 18 februari sprak Albert Scherpbier zijn intreedende 'De Maastrichtse onderwijsbenadering' uit. Daarmee aanvaardde hij het hoogleraarschap 'Kwaliteitsbevordering van Medisch Onderwijs' aan de Universiteit Maastricht (Faculteit der Geneeskunde).

### Promoties

Erasmus Universiteit Rotterdam

Promovendus: mw. M.T.A.B. Laemers

Titel Proefschrift: Schoolkeuzevrijheid; veranderingen in betekenis van reikwijdte

Promotoren: prof. dr. P.W.C. Akkermans en prof. dr. J.F.M. Claessen

Datum: 11 november 1999

Erasmus Universiteit Rotterdam

Promovendus: mw. M.A. Oomens

Titel Proefschrift: Effectiviteit van onderwijsbeleid

Promotor: prof. dr. J.M.G. Leune

Datum: 18 november 1999

Rijksuniversiteit Groningen

Promovendus: D.R. Veenstra

Titel Proefschrift: Leerlingen-klassen-scholen. Prestaties en vorderingen van leerlingen in het voortgezet onderwijs

Promotoren: prof. dr. J.L. Peschar en prof. dr. T.A.B. Snijders

Datum: 29 november 1999

Katholieke Universiteit Nijmegen

Promovendus: J.P.J. van Amelsvoort

Titel proefschrift: Perspectief op instructie, motivatie en zelfregulatie. Een longitudinaal onderzoek naar de invloed van instructiegedrag van docenten op de motivationele oriëntatie en

zelfregulatie van leerlingen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs.

Promotor: Prof. dr. Th. Bergen

Copromotor: dr. J. van Leeuwe

Datum: 30 november 1999

Universiteit Leiden

Promovendus: K. Hoogeveen

Titel proefschrift: Het kunnen allemaal je eigen kinderen zijn. Leerkrachten basisonderwijs over hun beroep.

Promotor: Prof. dr. J.V. Outshoorn

Datum: 2 december 1999

Katholieke Universiteit Brabant

Promovendus: mw. J.A.M.H. Slaats

Titel proefschrift: Reproduceren & Construeren. Leerstijlen van leerlingen in het middelbaar beroepsonderwijs

Promotoren: prof. dr. J.G.L.C. Lodewijks en prof. dr. J.M.M. van der Sanden

Datum: 8 december 1999

Vrije Universiteit

Promovendus: J.W.A. Berding

Titel proefschrift: De participatiepedagogiek van John Dewey. Opvoeding, ervaring en curriculum.

Promotor: Prof. dr. S. Miedema

Datum: 9 december 1999

Katholieke Universiteit Nijmegen

Promovendus: E.J.P.G. Denessen

Titel proefschrift: Opvattingen over onderwijs. Leerstof- en leerlinggerichtheid in Nederland.

Promotoren: Prof. dr. A.J.A. Felling en Prof. dr. J.H.G.I. Giesbers

Copromotor: dr. P. Van der Kley

Datum: 9 december 1999

Universiteit Twente

Promovendus: mw. A.M. Thijs

Titel proefschrift: Supporting Science Curriculum Reform in Botswana: the Potential of Peer Coaching.

Promotoren: prof. dr. J.J.H. van den Akker en prof. dr. T. Plomp

Copromotor: mw. dr. E. van den Berg

Datum: 10 december 1999

Universiteit van Amsterdam

Promovendus: mw. J.H. de Graaf

Titel proefschrift: Leerplicht en recht op onderwijs.

Promotor: mw. Prof. mr. I.C. van der Vlies

Datum: 15 december 1999

Vrije Universiteit

Promovendus: W. de Haas

Titel proefschrift: Verhaal als opvoeding. Narrativiteit in pedagogisch perspectief.

Promotoren: prof. dr. W. Koops en Prof. dr. E.H. van Olst

Datum: 16 december 1999

Rijksuniversiteit Groningen

Promovendus: J.W. de Graaf

Titel proefschrift: Relating new to old. A classic controversy in developmental psychology.

Promotor: Prof. dr. P. Van Geert

Datum: 6 januari 2000

Universiteit van Amsterdam

Promovendus: M.R.J. Crul

Titel proefschrift: De sleutel tot succes. Over hulp, keuzes en kansen in de schoolloopbanen van Turkse en Marokkaanse jongeren van de tweede generatie.

Promotor: Prof. dr. M.J.A. Penninx

Datum: 13 januari 2000

Universiteit Utrecht

Promovendus: H.G.T. van Geffen, Sikoob

Titel proefschrift: De ontwikkeling van een informatiseringsprogramma voor de orthopedagogische hulpverlening.

Promotor: Prof. dr. J. Rispens

Datum: 14 januari 2000

Universiteit Utrecht

Promovendus: M.A. Traudes

Titel Proefschrift: Gedrags- en angststoornissen bij kleuters.

Promotor: Prof. dr. L.M. Stevens

Copromotor: Dr. F.X. Plooy

Datum: 21 januari 2000

Universiteit van Amsterdam

Promovendus: mw. D.J.M. Majoor

Titel Proefschrift: Voortgang in autonomie.

Een studie naar de organisatorische gevolgen van financiële en personele beleidsbenutting in het basisonderwijs.

Promotor: Prof. dr. A.M.L. van Wieringen

Datum: 26 januari 2000

Rijksuniversiteit Groningen

Promovendus: J.F. Deinum

Titel Proefschrift: Schoolbeleid, instructie en leerresultaten

Promotor: Prof. dr. B.P.M. Creemers

Datum: 3 februari 2000

## Ontvangen boeken

Dam, G. ten, & Volman, M., *Scholen voor sociale competentie. Een pedagogische didactische benadering*. Swetz & Zeitlinger Publishers, Lisse, 1999.

Hoksbergen, R., Walenkamp, H. (red), *Adoptie: een levenslang dilemma*. Bohn, Stafleu Van Lochem, Houten/Diegem, 2000.

Schaik, C. van, *Vrijheid leren: Jezelf zijn*. Tempo-centrum, Woensdrecht, 1999.

Webb, J.T., Meckstroth, E.A. en Tolan, S.S. *De begeleiding van hoogbegaafde kinderen*. Van Gorcum & Comp bv, Assen, 2000.