

PAM 372.851 (~~600~~) HUM

MASTER COPY



HUMANITAS
RGN-HSRC

**die doelstellings met wiskunde-onderrig
en die problematiek verbonde aan
vernuwing ten opsigte van wiskunde-
onderrig in suid-afrika**



raad vir geesteswetenskaplike navorsing

RAAD VIR GEESTESWETENSKAPLIKE NAVORSING

Privaatsak X41, Pretoria 0001, Republiek van Suid-Afrika

Telefoon: 48-3944

Telegramme: RAGEN

President:

Vise-presidente: Dr. J. D. Venter en dr. A. J. van Rooy

Sekretaris: Mej. K. M. Henshall

Institute van die RGN

Geskiedenisnavorsing

Inligting en Spesiale Dienste

Kommunikasienavorsing

Mannekragnavorsing

Navorsingsontwikkeling

Opvoedkundige Navorsing

Psigometriese Navorsing

Sosiologiese, Demografiese en Kriminologiese Navorsing

Statistiese Navorsing

Taal, Lettere en Kuns

Administrasie

HSRC Library and Information Service

HSRC
Private Bag X41
PRETORIA
0001

Tel: (012) 302 2505
Fax: (012) 302 2933



RGN
Privaatsak X41
PRETORIA
0001

Tel: (012) 302 2505
Fax: (012) 302 2933

RGN-Biblioteek en Inligtingsdiens

Funksie van die RGN

Die RGN onderneem, bevorder en koördineer navorsing op die gebied van die geesteswetenskappe, dien die Regering en ander instansies van advies insake die benutting van navorsingsbevindinge en versprei inligting betreffende die geesteswetenskappe.

160990

SUID-AFRIKAANSE RAAD VIR GEESTESWETENSKAPLIKE NAVORSING



HSRC Library and Information Service

RGN-Biblioteek en Inligtingsdiens

DIE
DIE
TEN

RIG EN
IUWING
V SUID-
Afrika

DATE DUE - VERVALDATUM

--	--

B.Sc., B.Ed.

ORSING
SBROEK

PRETORIA
1975

* P B 9 9 0 5 2 *

Verslag No. 0-13

RGN BIBLIOTEK
23 SEP 1998
HSRC LIBRARY

CALL NUMBER

001.3572068

HSRC 0 13

ACCESSION NUMBER

PB099052

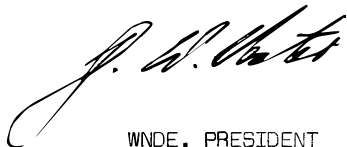
V O O R W O O R D

Ter voldoening aan 'n versoek wat deur die Wiskundegeenootskap van Suid-Afrika aan die RGN gerig is, is 'n omvattende navorsingsprogram met betrekking tot die onderrig van Wiskunde en Rekenkunde aan primêre en sekondêre skole in Suid-Afrika geïnisieer.

Die onderhawige verslag is die eerste wat uit die bogenoemde navorsingsprogram voortgevloei het, en bevat 'n formulering en verantwoording van moontlike doelstellings wat met die onderrig van Wiskunde op skool nagestreef kan word. Die grondgedagte waarop hierdie verslag berus, is dat vernuwing in Wiskundeonderrig slegs "verbetering" kan impliseer indien sodanige onderrig dien as weg waarlangs kinders tot volwaardige volwassenheid opgevoed kan word. In die lig hiervan was dit uiteraard nodig om, as eerste stadium van 'n navorsingsprogram wat daarop gemik is om vernuwingmoontlikhede aan die orde te stel, 'n mate van perspektief te bekom ten opsigte van die moontlike bydrae wat Wiskundeonderrig tot die volwassewording van kinders kan lewer.

Die verdere navorsing sal daarop toegespits wees om na weë te soek waarlangs verantwoordbare doelstellings met Wiskundeonderrig, in 'n groter mate gerealiseer sal word as wat tans in die onderwyspraktyk die geval is. Die onderhawige verslag bevat dus ook 'n oorsigtelike beplanning van die verdere navorsingsprogram, wat onder meer behels dat gesoek sal word na inhoudelike en metodologiese weë waarlangs bepaalde doelstellings met Wiskundeonderrig verwerklik kan word. Daar word beoog dat hierdie navorsing uiteindelik tot spesifieke aanbevelings insake die samestelling van gedifferensieerde Wiskundesillabusse, die samestelling van Wiskundehandboeke, die aanvanklike en indiensopleiding van Wiskundeonderwysers en eksamineringspraktyke sal lei.

Aan die lede van die Ad hoc-komitee vir die onderrig van Wiskunde in Suid-Afrikaanse Primêre en Sekondêre Skole wat die verslag geëvalueer en die navorser van advies gedien het, my opregte dank vir hulle samewerking. Die hoop word uitgespreek dat hierdie verslag daartoe sal bydra dat vernuwing in Wiskundeonderrig in Suid-Afrika doelgerig beplan en geïmplementeer word.



WNDE. PRESIDENT

INHOUDSOPGAWE

	BLADSY
SUMMARY/OPSOMMING	vii
HOOFSTUK	
1 INLEIDENDE OPMERKINGS INSAKE DIE DOELSTELLINGS MET WISKUNDEONDERRIG	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Die aanleiding tot die navorsing wat tans onderneem word	2
1.3 Kort historiese oorsig van vernuwing in Wiskundeonderrig in die buiteland	3
1.4 Die noodsaaklikheid van die formulering van doelstellings met Wiskundeonderrig met die oog op verantwoordbare vernuwing	4
1.5 Die problematiek verbonde aan die formulering van verantwoordbare doelstellings met Wiskundeonderrig	6
1.6 Beknopte oorsig van die onderhawige verslag	8
2 ENKELE OPMERKINGS AANGAANDE DIE PLEK VAN WISKUNDE IN DIE KULTUUR	10
2.1 Enkele aspekte van die aard van Wiskunde	10
2.2 Die betekenis van Wiskunde	12
3 ENKELE DOELSTELLINGS MET DIE ONDERRIG VAN WISKUNDE	16
3.1 Inleidende opmerkings	16
3.2 Enkele doelstellings met Wiskundeonderrig	16

HOOFSTUK		BLADSY
4	DIE REALISERING VAN DOELSTELLINGS MET WISKUNDEONDERRIG IN DIE ONDERWYSPRAKTYK	23
4.1	Inleidende opmerkings	23
4.2	Faktore wat die klaskamergebeure beïnvloed	24
4.3	Verwerkliking van die doelstellings in die onderrig	26
5	ENKELE IMPLIKASIES VAN DOELSTELLINGS MET WISKUNDEONDERRIG VIR DIE ONDERWYSPRAKTYK	30
5.1	Inleidende opmerkings	30
5.2	Enkele implikasies van die doelstelling om kinders te lei tot bekwaamheid ten opsigte van die hantering van kwantitatiewe aspekte van alledaagse situasies	30
5.3	Enkele implikasies van die doelstellings om kinders te lei tot ontplooiing van hul kommunikasiemoontlikhede en perspektief	31
5.4	Enkele implikasies van beroepsoriëntering as doelstelling met Wiskundeonderrig	33
5.5	Enkele implikasies van ontplooiing van die wiskundige potensiaal van kinders as doelstelling met Wiskundeonderrig	33
5.6	Enkele implikasies van die doelstellings om kinders te lei tot ontplooiing van abstrakte en logiese denke	35
5.7	Enkele implikasies van die doelstellings om propedeuse tot skoolse studie te verskaf	38
6	ENKELE MOONTLIKHEDE TOT KONSTRUKTIEWE VERANDERING (VERNUWING) IN DIE ONDERRIG VAN WISKUNDE IN SUID-AFRIKA	38

HOOFSTUK	BLADSY
6.1 Inleidende opmerkings	38
6.2 Vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van die amptelike doelstellings met Wiskundeonderrig	38
6.3 Vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van die samestelling van Wiskundesillabusse	38
6.4 Vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van gedifferensieerde Wiskundeonderrig	39
6.5 Vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van didaktiese vormgewing aan Wiskundeonderrig	41
6.6 Vernuwingsmoontlikhede met betrekking tot handboeksamestelling	41
6.7 Vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van eksaminering	42
6.8 Vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van die opleiding van onderwysers	42
7 AFBAKENING VAN RELEVANTE NAVORSINGSTERREINE MET DIE OOG OP DIE KONSTRUKTIEWE VERANDERING VAN WISKUNDEONDERRIG	44
7.1 Inleidende opmerkings	44
7.2 Navorsing aangaande die implikasies van verskillende doelstellings by sillabus-samestelling	44
7.3 Navorsing aangaande die leergereedheid van kinders ten opsigte van Wiskunde-inhoude op verskillende skoolvakke	45
7.4 Navorsing aangaande die didaktiek van Wiskundeonderrig	47
7.5 Navorsing aangaande die opleiding van onderwysers	47

HOOFSTUK		BLADSY
7.6	Navorsing met betrekking tot handboek= samestelling	48
7.7	Navorsing aangaande eksaminering	48
7.8	Navorsing aangaande die didakties-pedagogiese implikasies van die aard en betekenis van Wiskunde	49
7.9	Navorsing aangaande die aansluiting tussen die sool en tersiêre opleiding	49
7.10	Aanbevelings	50
8	SLOTOPMERKING	50
	LITERATUURLYS	51

AD HOC-KOMITEE : WISKUNDEPROEJIEK

Dr. A.J. van Rooy	Vise-President Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing: <u>Voorsitter</u>
Mnr. N.C.H. Ferrandi	Senior Lektor, Departement Wiskunde, Universiteit van die Witwatersrand: <u>Conference of headmasters and headmistresses</u>
Prof. W.P. Robbertse	Departement Wiskunde, Potchefstroomse Universiteit vir CHO: <u>Gemeenskaplike Matrikulasieraad</u>
Prof. B. de la Rosa	Departement Wiskunde, Universiteit van die Oranje Vrystaat: <u>Gemeenskaplike Matrikulasieraad</u>
Prof. C.J. van Dyk	Departement Vakdidaktiek, Fakulteit Opvoedkunde, Universiteit van Pretoria: <u>Komitee van Universiteitsnoefde</u>
Prof. G.H.A. Steyn	Departement Didaktiek, Fakulteit Opvoedkunde, Universiteit van Suid-Afrika
Mnr. N.D. Slabbert	Inspekteur: <u>Departement van Nasionale Opvoeding</u>
Mnr. A.S. du P. le Roux	Streekhoofinspekteur: <u>Kaaplandse Onderwysdepartement</u>
Mnr. D. Vosloo	Inspekteur: <u>Nataalse Onderwysdepartement</u>
Mnr. J.J. le Roux	Inspekteur: <u>Onderwysdepartement van die Oranje Vrystaat</u>
Mnr. H.J. Ahlers	Inspekteur: <u>Transvaalse Onderwysdepartement</u>
Sr. Mercedes Cox	Prinsipale, St. Teresa's Convent, Johannesburg: <u>Beraadsliggaam van die Suid-Afrikaanse Katolieke Biskoppe</u>

Mnr. J. Holtzhausen

Hoof, Sentrale Hoërskool,
Bloemfontein: Wiskunde=
genootskap van Suid-Afrika

Mnr. A.N.P. Lubbe

Hoof, Indiensopleidingskollege
vir Bantoe-Onderwysers,
Mamelodi: Wiskundegenootskap
van Suid-Afrika

Mnr. J.H. Nel

Senior Lektor, Departement
Wiskunde, Universiteit van
Stellenbosch: Wiskundegenoot=
skap van Suid-Afrika

Mnr. P.G. Human

Gekoöpteerde lid

S U M M A R Y

From experience overseas it has become clear that effective innovation projects can only be planned and organised provided that pedagogically sound objectives are formulated beforehand. In order to formulate such objectives, clarity has to be sought on the nature and meaning of Mathematics. This report found that the nature and meaning of Mathematics depended largely on the Mathematical activity of the people concerned. The meaning of Mathematics varies from its use in dealing with the quantitative and fundamental aspects of everyday situations to its vocational value.

In order to ensure that any formulation of objectives for the teaching of Mathematics is pedagogically sound, three guide-lines have been formulated, namely -

- (1) that every objective must imply the moral education of the pupils;
- (2) that every objective which has been formulated, must be achievable if seen against the background of the nature and meaning, as well as the content matter, of Mathematics, and
- (3) that no objective must be counter to the real meaning of Mathematics in the life of adults of the society for which the objective has been formulated.

With the aid of the above guide-lines the following objectives were formulated:

- (1) To help children to become proficient in dealing with the quantitative and fundamental aspects of everyday situations.
- (2) To develop the capacities of children to communicate effectively.
- (3) To help children to gain insight into contemporary culture in the widest sense of the term.
- (4) To supply vocational guidance.
- (5) To help children to realize their mathematical potential at different levels of development.
- (6) To develop the potential of children to think logically and abstractly.
- (7) To help children to become self-reliant with respect to

further study, either in Mathematics or in other subjects.

Subsequently some implications of the formulation of objectives for the teaching of Mathematics are discussed, as well as some possibilities as regards innovation in Mathematics teaching in the Republic of South Africa.

Finally relevant fields for future research with a view to improving the teaching of Mathematics are indicated.

O P S O M M I N G

Met die beplanning van vernuwingsprojekte ten opsigte van Wiskundeonderrig oorsee, is tot die besef gekom dat die bevoordering van sodanige onderrig slegs effektief beplan en uitvoer kan word indien dit voorafgegaan word deur die verantwoordbare en eksplisiete formulering van doelstellings. Met die oog op die formulering van sodanige doelstellings is dit egter nodig om 'n begrip te hê van die aard en betekenis van Wiskunde. Die betekenis wat aan Wiskunde as sodanig of op grond van die toepassingsmoontlikhede daarvan toegeken kan word, berus hoofsaaklik op matematiese handeling en die uitkomst daarvan.

Die betekenis van Wiskunde wissel van die hantering van die kwantitatiewe en vormlike aspekte van alledaagse situasies tot die arbeidsbetekenis daarvan.

Om te verseker dat enige doelstellings met die onderrig van Wiskunde pedagogies verantwoordbaar is, is drie riglyne aan die orde gestel, naamlik -

- (1) dat 'n doelstelling die verwerking van een of meer aspekte van die volwassewording van kinders moet impliseer;
- (2) dat 'n doelstelling realiseerbaar moet wees in die lig van die wesenlike aard en betekenis van Wiskunde, en
- (3) dat 'n doelstelling nie teenstrydig moet wees met die werklike betekenis van Wiskunde soos wat hierdie betekenis in die lewe van volwassenes van die gemeenskap vergestalt waarin die doelstellings nagestreef word nie.

In die lig van die bostaande riglyne is die volgende doelstellings met die onderrig van Wiskunde uiteengesit:

- (1) Hantering van die kwantitatiewe en vormlike aspekte van alledaagse situasies.
- (2) Ontplooiing van kommunikasiemoontlikhede.
- (3) Insigtelike en begripsmatige verowering van die eietydse werklikheid.

- (4) Beroepsoriëntering.
- (5) Ontplooiing van wiskundige potensiaal op verskillende vlakke.
- (6) Ontplooiing van logiese en abstrakte denke.
- (7) Propedeuse tot verdere studie.

Enkele implikasies van die formulering van doelstellings met Wiskundeonderrig word bespreek, asook enkele moontlikhede tot vernuwing in die onderrig van Wiskunde in die RSA. Origens word navorsingsterreine met die oog op die bevordering van Wiskundeonderrig ook afgebaken.

HOOFSTUK 1

INLEIDENDE OPMERKINGS INSAKE DIE DOELSTELLINGS MET WISKUNDE= ONDERRIG

1.1 INLEIDING

Die onderhawige verslag is die eerste van 'n reeks verslae aangaande die onderrig van Wiskunde in Suid-Afrika, wat volgens beplanning deur die RGN gepubliseer sal word. Daar word beoog dat hierdie verslae die uitkoms sal wees van 'n omvattende navorsingsprogram met betrekking tot die onderrig van die vak wat in Desember 1970 deur die RGN van stapel gestuur is. Hierdie navorsingsprogram is gefiniseer op grond van 'n versoek wat deur die Wiskundegenootskap van Suid-Afrika namens die stigtingskongres van die Suid-Afrikaanse Wiskunde-Projek (SAWP) tot die RGN gerig is. Die inhoud van hierdie versoek word in paragraaf 1.2 uiteengesit.

Die oorkoepelende doel met die bogenoemde navorsingsprogram is om die onderrig van Wiskunde in Suid-Afrika te bevorder. By die aanvanklike beplanning van die navorsingsprogram is die noodsaaklikheid daarvan beseft om eerstens uitsluitel aangaande enkele fundamentele vraagstukke te kry, naamlik die volgende:

- (a) Wat word bedoel met "bevordering" en "vernuwing" van Wiskundeonderrig?
- (b) Wat is die doelstellings met Wiskundeonderrig?
- (c) Welke vernuwingsmoontlikhede bestaan daar ten opsigte van die onderrig van Wiskunde in Suid-Afrika?
- (d) Op welke wyse kan navorsing bydra tot bevordering van Wiskundeonderrig in Suid-Afrika, en welke navorsingsterreine is relevant?

Ten einde uitsluitel oor die bogenoemde vraagstukke te verkry, is 'n voorstudie aangaande die teorie van die doelstellings met Wiskundeonderrig, en die struktuur van die praktyk van Wiskundeonderrig aangepak. Die onderhawige verslag is die uitkoms van hierdie voorstudie. Die navorsing het tot die perspektief gelei dat "vernuwing" van Wiskundeonderrig in die laaste instansie slegs sinvol kan wees as dit tot 'n toename in die opvoedende waarde (pedagogiese betekenis, vormende waarde) van Wiskunde=

onderrig, soos dit in die onderwyspraktyk voltrek word, impliseer. In hierdie lig gesien moet pogings tot vernuwing van Wiskundeonderrig, om sinvol te kan wees, noodwendig voorafgegaan word deur 'n herbesinning aangaande die sin van Wiskundeonderrig. Met die navorsing het ook die verdere insigte deurgebreek dat vernuwing nie net ten aansien van sillabussamestelling moontlik is nie, maar ook ten aansien van ander aspekte van die beplanning en voltrekking van die onderrig. Daar is tewens tot die gevolgtrekking geraak dat vernuwing slegs effektief kan plaasvind indien dit oor verskillende aspekte van die praktyk van Wiskundeonderrig strek. Die onderhawige verslag behels bepaalde aanbevelings aangaande verdere navorsing (met die oog op vernuwing) ten opsigte van die onderrig van Wiskunde, sowel as aanbevelings aangaande die doelstellings met Wiskundeonderrig in Suid-Afrika.

1.2 DIE AANLEIDING TOT DIE NAVORSING WAT TANS ONDERNEEM WORD

Op 1, 2 en 3 April 1970 is 'n kongres insake die onderrig van Wiskunde in Pretoria gehou. Dit is deur ongeveer vyftig Wiskundeonderwysers, universiteitsdosente en ander belangstelandes van oor die hele land bygewoon. Met hierdie byeenkoms is die Suid-Afrikaanse Wiskunde-Projek (SAWP) van stapel gestuur, met die doelstelling om tot die bevordering en vernuwing van Wiskundeonderrig in Suid-Afrika by te dra. Die SAWP is die gesamentlike verantwoordelikheid van die Wiskundegenootskap van Suid-Afrika en die Stigting vir Onderwys, Wetenskap en Tegnologie. Volgens die notule van die genoemde kongres is die volgende besluit deur die kongres geneem:

"It is suggested that the first phase of the project should consist of research by the Human Sciences Research Council in conjunction with the Foundation for Education, Science and Technology and the Mathematical Association, covering the following points:

- (a) The study of the functioning and results of school mathematics projects in other countries with special reference to:
 - (1) methods of examinations;
 - (2) methods of providing new textbooks;
 - (3) the training and retraining of teachers;

- (4) principles and norms by which existing subject-matter was eliminated and new matter introduced.
- (b) Recommendations with respect to par. (a) and how to implement renewal in the context of South African circumstances."

Op 26 Junie 1970 het die RGN besluit om aan die bogenoemde versoek te voldoen. Op 'n vorderingsvergadering van die SAWP wat op 4 Julie 1970 in Pietermaritzburg gehou is, is besluit dat navorsing ook ten opsigte van Wiskundeonderrig in die primêre skool uitgeoefen sal word.

1.3 KORT HISTORIESE OORSIG VAN VERNUWING IN WISKUNDEONDERRIG IN DIE BUITELAND

Vernuwings in die onderrig van Wiskunde in Westerse lande is ingelui deur 'n aantal internasionale kongresse wat sedert 1958 plaasgevind het. Een van die belangrikste hiervan was die seminaar wat in 1959 in Royamont, Frankryk deur die Organization for European Economic Co-operation georganiseer is. Twintig lande, insluitende die Verenigde State van Amerika en Brittanje, het hieraan deelgeneem. Die verslae wat ná die seminaar gepubliseer is, het daartoe aanleiding gegee dat in verskeie lande komitees aangestel is om Wiskundeonderrig op sekondêre skoolvlak te hervorm. Onder andere is sogenaamde "projekte" in Brittanje en die Verenigde State van Amerika van stapel gestuur, as kanale waarlangs vernuwings ten opsigte van Wiskundeonderrig geïmplementeer is. Die "projekte" het gewoonlik op dié basis gefunksioneer dat 'n groep onderwysers en ander wiskundiges 'n tentatiewe gemoderniseerde Wiskundesillabus saamgestel het wat dan op 'n eksperimentele basis in 'n aantal skole geïmplementeer is. Op grond van dié praktiese ervaring is die tentatiewe sillabusse gewysig en gefinaliseer. Die finale implementering van die "projek" vind dan plaas deur die publikasies van handboeke. In Brittanje is die "projek"-sillabusse (byvoorbeeld S.M.P., Nuffield, Midlands) en ooreenstemmende eksamens deur die onderwysowerhede erken, en skole is toegelaat om die "projek"-sillabusse as alternatief tot die normale voorgeskrywe sillabusse te volg. In die VSA is elke skool grotendeels outonoom betreffende sillabusse en word geen openbare eksamens afgeleë nie. Skole was dus daar vry om "projek"-sillabusse te implementeer.

By die bogenoemde "projekte" het die klem aanvanklik op meer omvattende en wiskundig-moderne sillabusse vir die bogemiddelde leerling geval. Teen 1970 het n mate van vernuwing ten opsigte van sillabussamestelling vir alle leerlinge, ook in die primêre skool, in meeste lande, insluitende Suid-Afrika, plaasgevind.

In n verslag getiteld "Die onderrig van Wiskunde op sekondêre skoolvlak in enkele Wes-Europese lande" (RGN, Pretoria, 1974) word in meer besonderhede op vernuwingspogings in ander lande ingegaan.

Die besef dat die vernuwing wat tot dusver plaasgevind het, ontoereikend is, word, aldus resente buitelandse literatuur, sterk aan gevoel. Dr. Hans Georg-Steiner, van die Universiteit van Karlsruhe, Duitsland, word beskou as een van die wêreld se leidende onderwyskundiges ten opsigte van Wiskunde. In n onlangse artikel (Mei 1970) skryf hy:

"Only a few first steps have been taken to date in the research and development of a systematic investigation of the whole complex of problems related to the pedagogy of mathematics."

1.4 DIE NOODSAAKLIKHEID VAN DIE FORMULERING VAN DOELSTELLINGS MET WISKUNDEONDERRIG MET DIE OOG OP VERANTWOORDBARE VERNUWING

Dit is waarskynlik dat verskillende onderwysers, ouers en kinders verskillende standpunte kan inneem ten opsigte van die moontlike sin van Wiskundeonderrig, ofte wel die doelstellings met Wiskundeonderrig op skool. In die lig van die feit dat alle menslike handelinge doelgerig is, met ander woorde, dat dit wesenlik n doel in sigself dra, spreek dit vanself dat elke doelstelling met Wiskundeonderrig bepaalde implikasies het ten opsigte van die verskillende aspekte van die praktyk van Wiskundeonderrig, soos onder andere sillabussamestelling, handboeksamestelling, eksaminering, en onderrigmetodiek, gesien teen die breë agtergrond van die beginsel van differensiasie. Andersom sal uitsprake met die oog op vernuwing aangaande die verskillende aspekte van die praktyk van Wiskundeonderrig, implikasies hê ten opsigte van die mate waartoe bepaalde doelstellings met Wiskundeonderrig gerealiseer kan word. Trouens sodanige uitsprake kan slegs segwaarde hê wanneer dit geskied met inagneming van die doelstellings met Wiskundeonderrig. So sal ook die evaluering van die bestaande praktyk van Wiskundeonderrig slegs kan geskied met verwysing na die mate waartoe die doelstellings met Wiskundeonderrig gerealiseer word al dan

nie. Bevordering van Wiskundeonderrig, of vernuwing ten opsigte van die onderrig van die vak, kan uiteraard niks anders in die oog hê as 'n meer suksesvolle verwerkliking van doelstellings met die onderrig van die vak nie. Aanbevelings ten opsigte van vernuwing kan dus slegs gemaak word met inagneming van die doelstellings met Wiskundeonderrig.

In die lig van die voorafgaande is dit duidelik dat beplanning en uitvoering van navorsing met die oog op bevordering van Wiskundeonderrig, noodwendig voorafgegaan moet word deur verantwoordbare en eksplisiete formulering van die doelstellings. Die onderhawige verslag word dan ook in die eerste plek daaraan gewy, en in die tweede plek aan die afbakening van relevante navorsingsterreine.

Die Duitse Wiskundedidaktikus Lenné (1969) wys daarop dat die vraag welke Wiskunde-inhoude op skool onderrig moet word, primêr aan die hand van doelstellings en die daarvan afgeleide kriteria, as seleksiekriteria, beantwoord moet word (2, p. 289). Die belangrikheid van verantwoordbaar gefundeerde doelstellings met die onderrig van Wiskunde spreek duidelik uit 'n artikel van Wheeler, redakteur van die Britse tydskrif Mathematics Teaching (1968). Hy stel sy standpunt insake die noodsaaklikheid van 'n teoretiese fundering van Wiskundeonderrig, soos volg:

"It sometimes looks as if the British way of avoiding disagreements over theoretical matters is not to have any theories at all. In the area of mathematics teaching reform, for example, it is extraordinary difficult to discover what theories of mathematical education are held by, say, the writers of the SMP texts or the Nuffield Guides. The suggestion that accompanies most British writing about mathematical education - often expressed explicitly - is 'Try this and see if it works.'

Our avoidance of a theoretical position can be charitably explained as a desire to escape the straitjacketing consequences of sticking to a theory which is incomplete or invalid in certain respects. (And since no theory yet constructed has been absolutely complete or universally valid, it may be better to do without one.) The absurdity of this position, if it is held in an extreme form, is that without some theory it is impossible to make sensible choices about what to teach, or valid assessments of the results of teaching.

I don't think it is the case that we in Britain do not have a theory (or theories) of mathematical education, nor is it the case that our philosophy is wholly pragmatist; rather it is that we operate, under an umbrella of beliefs so general that they are difficult to refute and hence to refine, with covert and implicit bits of theory which, because they've never been brought out to face daylight, may be full of contradictions and inconsistencies. It is possible, if this is anything like the true situation, that our best efforts to solve the practical problems of educational reform will come to almost nothing because we are, without even knowing it, moving in mutually cancelling directions It is becoming clear ... that mathematical education cannot be thought of in self-contained terms cut off from general educational and epistemological questions" (5, p. 40) (skrywer se kursivering).

1.5 DIE PROBLEMATIEK VERBONDE AAN DIE FORMULERING VAN VERANTWOORDBARE DOELSTELLINGS MET WISKUNDEONDERRIG

In die vorige paragraaf is gewys op die noodsaaklikheid van formulering van die doelstellings met Wiskundeonderrig met die oog op vernuwing in hierdie onderrigsverband. Die probleem waarvoor nou te staan gekom word, is die vraag op welke wyse te werk gegaan moet word om verantwoordbare doelstellings te formuleer. Ten einde hierdie vraag te kan beantwoord is dit klaarblyklik nodig om die doel van opvoedende onderwys in skoolse verband, waarvan die doel met Wiskundeonderrig slegs te onderskei (en nie te skei) is, in ag te neem. Skoolse onderwys is daarop gerig om aan kinders sodanige hulp te verleen as wat hulle nodig het, ten opsigte van hulle volwassewording en uiteindelijke toetrede tot die volwassene-lewe. (Met volwassenheid word hier bedoel die geheel van insigte, kundighede en gesindhede aan die basis waarvan 'n besondere rangorde van waardes lê soos wat dit deur 'n besondere kultuurgemeenskap gehuldig word.) Hierdie hulp is nodig omdat kinders noodwendig van die opvoedingshulp van volwassenes afhanklik is, met ander woorde, omdat bepaalde eise aan volwassenes gestel word, waaraan kinders nie noodwendig sonder meer kan voldoen nie. Die insluiting van 'n besondere vak, byvoorbeeld Wiskunde, in die skoolkurrikulum impliseer dat die inhoud van die vak 'n bydrae kan lewer met betrekking tot die eise wat aan volwassenes in die tydvak waarin hy/sy leef, gestel word. Die insluiting van Wiskunde in die skoolkurrikulum impliseer dus dat Wiskundeonderrig 'n medium is aan die hand waarvan volwassenes opvoedings-

hulp aan kinders kan verleen, op grond van die betekenis van Wiskunde in die lewe van volwassenes.

In die lig van bostaande kan nou enkele riglyne uitgesonder word aan die hand waarvan pedagogies-verantwoordbare doelstellings met Wiskundeonderrig geformuleer kan word. In die eerste plek moet 'n doelstelling die verwerkliking van een of meer aspekte van die volwasewording van kinders moontlik maak ten einde as pedagogies-verantwoordbaar geklassifiseer te kan word.

Indien Wiskunde as sodanig betekenisvol in die lewe van volwassenes van 'n bepaalde gemeenskap is, spreek dit vanself dat die onderrig van hierdie vak ook betekenisvol kan wees ten opsigte van die volwasewording van kinders in die betrokke gemeenskap. Op grond van verskillende betekenis van Wiskunde wat deur volwassenes in hul omgang met die werklikheid gerealiseer word, kan dus verskillende doelstellings met Wiskundeonderrig aan kinders nagestreef word. Hier is dus sprake van 'n oorkoepelende opvoedingsdoel met Wiskundeonderrig, naamlik om kinders daartoe te lei om die betekenis wat Wiskunde in die lewe van volwassenes as wetenskapbeoefenaars het, ook in hul eie lewens te realiseer. Om betekenis te gee aan Wiskunde as 'n kultuursistiem impliseer dat die lerende kind tot 'n bepaalde waardering kom van die Wiskunde-inhoude wat deur die onderwyser binne sy leefhorison geplaas word. Waar hier sprake is daarvan dat die kind waarderend stelling inneem teenoor die aangebode inhoude, word daarmee bedoel dat hy dit belewe (verstandelik en gevoelsmatig) as waarheid en/of as waardevol vir hom sodat hy eventueel 'n spesifieke gesindheid daarteenoor openbaar. Hierdie oorkoepelende doel geld terselfdertyd as kriterium vir die geldigheid van besondere doelstellings, en wel in dié sin dat die verantwoordbaarheid van sodanige doelstellings onder andere daarin geleë is dat hulle moet konformeer aan die werklike betekenis wat Wiskunde in die lewe van volwassenes van 'n bepaalde gemeenskap het. Met hierdie kriterium word die saak van die lewensbeskoulike ten opsigte van Wiskundeonderrig op die voorgrond gestel aangesien die betekenis wat volwassenes in die vakinhoud inleë noodwendig deur hul lewensbeskouing gedra word. So byvoorbeeld behoort die Christen-volwassene nie aan Wiskunde betekenis toe te ken al sou dit 'n medium wees waardeur woekerwins bekom kan word nie, byvoorbeeld deur weddenskappe aan te gaan op grond van statistiese voorspellings van die uitslag van perdewedrenne. Dit is egter wel moontlik om betekenis van Wiskunde te onderskei wat vir alle gemeenskappe geld, byvoorbeeld die betekenis van Wiskunde-inhoud as kommunikasiemedia. Indien doelstellings op grond van sodanige universeel-geldende betekenis van

Wiskunde geformuleer word, kom die lewensbeskoulike nog steeds ter sprake, maar dan in die partikulier-inhoudelike interpretasie wat aan bepaalde betekenis van Wiskunde gegee word. Dit is ook so dat daar teenswoordig verskillende standpunte bestaan ten opsigte van die fundering van Wiskunde as wetenskap, byvoorbeeld die formalistiese en konstruktiewe standpunte. 'n Persoon se stellingname ten opsigte van die grondslae van Wiskunde kan lewensbeskoulik bepaal word, sodat die lewensbeskoulike ook op hierdie wyse by die onderrig van Wiskunde ter sprake kan kom. Dit dien nagegaan te word of die verskillende partikuliere standpunte ten opsigte van die grondslae van Wiskunde bepaalde implikasies inhou ten opsigte van Wiskundeonderrig op skool.

Die volwassewording van kinders behels nie slegs dat hulle die verskillende vormsisteme van die kultuur, waaronder Wiskunde, verower en die betekenis daarvan in hulle eie lewens verwerklik nie. Om 'n volwasse mens te word behels ook ander aspekte soos die ont-plooiing van positiewe moontlikhede, die bereiking van selfbegrip aangaande eie moontlikhede, toenemende selfstandigheid en verantwoordelikheid, gedying van perspektief op die werklikheid en 'n toenemende besef van die sinvolheid van menslike bestaan. Volgens die riglyn vir verantwoordbare doelstellings met Wiskundeonderrig wat hierbo aan die orde gestel is, moet sodanige doelstelling die realisering van een of meer aspekte van volwassewording impliseer. Verantwoordbare doelstellings met Wiskundeonderrig kan dus ook in die lig van die bogenoemde aspekte van volwassewording geformuleer word vir sover sodanige aspekte aan die hand van die onderrig van hierdie vak verwerklik kan word. Laasgenoemde beperking impliseer 'n verdere riglyn vir die verantwoordbaarheid van doelstellings met Wiskundeonderrig, naamlik dat die doelstelling realiseerbaar moet wees in die lig van die aard, inhoud en betekenis van Wiskunde.

1.6 BEKNOPT OORSIG VAN DIE ONDERHAWIGE VERSLAG

Na aanleiding van die riglyne vir die pedagogiese verantwoordbaarheid van doelstellings met Wiskundeonderrig wat in die vorige paragraaf uiteengesit is, word in hoofstuk 2 'n beperkte uiteensetting van die aard en betekenis van Wiskunde gegee. In die lig hiervan en die verskillende aspekte van die volwassewording van kinders, word in hoofstuk 3 enkele doelstellings met Wiskundeonderrig as pedagogies-verantwoordbare doelstellings aan die orde gestel.

In hoofstuk 4 word die struktuur waarbinne doelstellings in die praktyk van Wiskundeonderrig nagestreef en verwerklik kan word, uiteengesit. In hoofstuk 5 word enkele implikasies van die doelstellings wat in hoofstuk 3 uiteengesit is, ten opsigte van die onderwyspraktyk, aan die orde gestel. In hoofstuk 6 word enkele vernuwingsmoontlikhede beskryf, en in hoofstuk 7 word 'n moontlike program vir verdere navorsing uiteengesit, asook enkele aanbevelings gemaak.

HOOFSTUK 2

ENKELE OPMERKINGS AANGAANDE DIE PLEK VAN WISKUNDE IN DIE KULTUUR

2.1 ENKELE ASPEKTE VAN DIE AARD VAN WISKUNDE

In paragraaf 1.4 is daarop gewys dat 'n mate van perspektief ten opsigte van die aard en betekenis van Wiskunde nodig is ten einde verantwoordbare uitsprake aangaande doelstellings met Wiskunde-onderrig te kan maak. 'n Omvattende beskrywing van hierdie aard en betekenis is 'n onbegonne taak. In hierdie hoofstuk word slegs enkele opmerkings aangaande die meer opsigtelike kenmerke van en betekenis wat aan Wiskunde gegee word, gemaak.

Wiskunde, in sy huidige vorm, is onderskeibaar van onder andere Fisika, Biologie en Sosiologie, in dié sin dat dit as sodanig nie noodwendig 'n beskrywing van enige aspekte van die konkrete werklikheid impliseer nie. Wiskunde kan bestudeer en beoefen word sonder inagneming van die nie-matematiese implikasies of betekenis daarvan. In dié lig gesien kan aan Wiskunde as so-danig suiwer teoretiese en estetiese betekenis toegeken word. Met teoretiese betekenisgewing word bedoel dat aan 'n bepaalde inhoud die betekenis toegeken word dat dit wesenlik bydra tot die struktuur en inhoud van 'n wetenskap. Met estetiese betekenis word bedoel die betekenis wat aan 'n matematiese handeling of die uitkoms daarvan toegeken word sonder verwysing na 'n moontlike bydrae tot die inhoud en struktuur van Wiskunde, of moontlike toepassingsmoontlikhede. Aspekte soos die skep van ordelikheid, logiese uiteensetting en argumentering, asook die ekstase van die ontdekking van waarhede en onwaarhede langs matematiese weë, kan hier aangesny word (kyk 2.2.3).

Inhoudelik bestaan Wiskunde hoofsaaklik uit intuitief-gevormde begrippe soos punt, lyn, die natuurlike getalle; eksplisiet-geformuleerde begrippe soos funksie, afgeleide, driehoek; deduktief-verantwoordbare beskrywings van die kenmerke en implikasies van begrippe (stellings); eksplisiete beskrywing van verbande tussen verskillende begrippe (byvoorbeeld bewerkings); en eksplisiete beskrywings van deduktief-verantwoordbare handelingsprosedures (byvoorbeeld algoritmes).

Wiskundige begrippe kan aangewend word ter simbolisering of beskrywing van geabstraheerde aspekte van die konkrete werklikheid. Indien daar op 'n verantwoordbare wyse 'n verband gelê word tussen wiskundige begrippe en aspekte van die konkrete werklikheid (ofte

wel werklikheidskonnotasies aan wiskundige begrippe geheg word), dan bestaan daar 'n ooreenkomstige samehang (isomorfie) tussen die kenmerke en implikasies van die wiskundige begrippe, soos vasgestel deur matematiese handeling, en aspekte van die werklikheid. Die implikasie hiervan is dat matematiese handeling aspekte van die werklikheid aan die lig kan bring, wat nie noodwendig op 'n ander wyse blootgelê kan word nie. Die toepassingsmoontlikhede van Wiskunde ten opsigte van nie-matematiese aangeleenthede berus op hierdie kenmerk. Wiskunde en matematiese handeling kan dus ook betekenisvol wees op grond van die teoretiese, estetiese, pragmatiese, etiese of religieuse betekenis wat aan aspekte van die werklikheid wat wiskundig beskryf kan word, toegeken word. Daar is dan ook sprake van matematiese handeling ten opsigte van nie-matematiese aangeleenthede.

Dit kan met reg beweer word dat daar 'n wesenlike verskil bestaan tussen matematiese aktiwiteit (handelinge) soos dit in die alledaagse leefwêreld van mense voorkom, en matematiese aktiwiteit op wetenskaplike niveau wat slegs tot 'n selektiewe groep mense beperk is. By laasgenoemde is daar veral sprake van teoretiese en estetiese betekenisgewing, terwyl alledaagse wiskundige aktiwiteite gekenmerk word deur waardering van die Wiskunde op grond van sy toepassingsmoontlikhede. Aangesien die oorgrote meerderheid van kinders nie afgestem is op toekomstige beoefening van Wiskunde as wetenskap per se nie maar juis op intellektuele ontplooiing en implementering van die Wiskunde, is dit in die skool uiteraard nie slegs Wiskunde as wetenskap wat ter sprake kan kom nie, maar Wiskunde as vormsisteen van die kultuur, aan die hand waarvan kinders tot volwassenes gevorm kan word. Uit bostaande blyk dat die betekenis wat aan Wiskunde as sodanig of op grond van die toepassingsmoontlikhede daarvan toegeken word, hoofsaaklik berus op matematiese handelinge en die uitkomst daarvan. In die lig hiervan kan dit sinvol wees om Wiskunde te beskryf as 'n struktuur van handelingsmoontlikhede, wat berus op 'n deduktief-aksiomatiese struktuur van begrippe, kenmerke van begrippe, en handelingsprosedures. In die lig hiervan impliseer betekenisvolle verowering (leer) van Wiskunde deur 'n persoon dat hy leer om self matematie te handel, en betekenis aan die handelinge en die uitkomst daarvan toe te ken.

2.2 DIE BETEKENIS VAN WISKUNDE

2.2.1 Matematiese handeling as aangeleentheid van hantering van die kwantitatiewe en vormlike aspekte van alle-daagse situasies

Kragtens die materiële omgang van die mens met wêreld en lewe is dit vir hom van tyd tot tyd nodig om te handel ten opsigte van die kwantitatiewe aspekte van die werklikheid soos onder andere ruimte, tyd, geld, afstand, grootte, hoeveelheid, massa en so meer. Die geskiedenis van Wiskunde dui tevens daarop dat die ontstaan daarvan as geformaliseerde kennis-struktuur onder andere op grond van die materiële en ruimtelike gesitueerdheid van die mens moontlik geword het. Bell (1945) wys byvoorbeeld daarop dat die landbou, handel en konstruksiewerke van die Egiptenare en Mesopotamiërs aanleiding gegee het tot die daarstelling van rekenkundige tegnieke, wat grootliks bygedra het tot die aanvanklike grondlegging van Wiskunde (1, pp. 26-27).

Menslike hantering van kwantitatiewe aangeleenthede impliseer die implementering van matematiese begrippe as abstrakte simbole van aspekte van die konkrete werklikheid, sowel as die implementering van matematiese handelingswyses (bewerkings, algoritmes) wat deduktief regverdigbaar is. Die deduktiewe regverdiging van matematiese handelingswyses word gewoonlik in die vorm van wiskundige stellings geformuleer.

Wiskunde, as kultuursistēm wat onder andere begrippe, bewerkings, algoritmes en stellings as inhoudelike aangeleenthede insluit, is dus betekenisvol aangesien dit ten grondslag lê van die mens se hantering van die kwantitatiewe aspekte van situasies waarin hy hom op grond van sy materiële gesitueerdheid bevind. Hierdie betekenis van Wiskunde is uiteraard pragmaties.

Vanweë die toenemende gekompliseerdheid van die mens se omgang met die kwantitatiewe aspekte van die werklikheid, neem die betekenis van matematiese handeling as verantwoordbare wyse van hantering van kwantitatiewe aangeleenthede in die eietydse samelewing steeds toe.

2.2.2 Matematiese handeling as wyse van navorsing

Aangesien Wiskunde-inhoude as "modelle" of beskrywings van geabstraheerde aspekte van die konkrete werklikheid kan dien, kan kennis aangaande aspekte van die konkrete werklikheid op

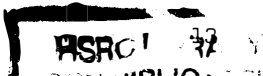
grond van matematiese handelingekom word. Die wiskundige kennis wat sedert die Middeleeue tot stand gekom het, is in 'n groot mate die resultaat van die bogenoemde betekenis wat aan Wiskunde toegeken is. Newton was byvoorbeeld nie in die eerste plek 'n wiskundige nie, maar 'n natuurkundige wat onder andere gepoog het om die dinamika van die sonnestelsel te beskryf en te verklaar. In sy pogings om dit te doen, het hy die grondslag geleë van die Infinitesimaalrekening, een van die belangrikste deelstrukture van Wiskunde.

Hedendaags is Wiskunde van besondere betekenis vir natuurwetenskaplike navorsing, sowel as vir die implementering van natuurwetenskaplike kennis in die tegnologie, as wyse waarop die mens die natuur benut. Die huidige peil van kennis aangaande die natuur, sowel as die mate waartoe die natuur tans deur die mens beheers en benut word, sou beswaarlik moontlik gewees het sonder die ontplooiing van die matematiese bevoegdheids van die mens wat tydens die afgelope vyf eeue plaasgevind het. Wiskunde is hedendaags ook van betekenis vir navorsing aangaande die mens en menslike bedrywighede, byvoorbeeld in vakgebiede soos Sielkunde, Sosiologie, Pedagogiek en Ekonomie.

Die betekenis van matematiese handeling as wyse van navorsing is tweeledig van aard en wel in ooreenstemming met die tweeledige betekenis wat aan navorsing geheg word. Enersyds is daar sprake van pragmatiese betekenis, vir sover navorsing gerig is op benutting van die natuurlike hulpbronne. Andersyds is daar sprake van teoretiese betekenis, vir sover navorsing gerig is op die mens se soeke na kennis.

2.2.3 Die betekenis van Wiskunde as verwonderingwekkend

Dit is 'n ervaringsfeit dat mense hul soms aan wiskundige uitsprake en/of verbande tussen wiskundige begrippe verwonder. Om 'n welbekende voorbeeld te gebruik: die feit dat Pascal se driehoek uit eenvoudig gerangskikte binomiaalkoeffisiënte bestaan, maar tog deur blote optelling gekonstrueer kan word, kan beswaarlik anders as om die verwondering te wek by 'n persoon wat vir die eerste keer daarmee gekonfronteer word. Dit is ook 'n ervaringsfeit dat hierdie verwondering aan aspekte van die Wiskunde so kan toeneem in intensiteit dat dit dikwels oorgaan in bewondering en 'n begeerte om die "wonder" van die saak te verklar. Dit kan seker met reg beweer word dat die motivering tot kreatiewe wiskundige aktiwiteit dikwels in hierdie "belanglose" verwondering geleë is. Eweneens kan verwondering aan



aspekte van die Wiskunde ook as motivering tot bestudering daarvan dien. Dit is egter s \ddot{o} dat alle mense hulle nie in dieselfde mate aan dieselfde dinge, waaronder ook Wiskunde, sal verwonder nie, met die gevolg dat hierdie menslike bestaansmanifestasie van die verwondering beslis didaktiese implikasies het wanneer dit kom by gedifferensieerde Wiskundeonderrig.

2.2.4 Die betekenis van Wiskunde as kommunikasiemedium

Kragtens die feit van intermenslike verhoudinge, is een of ander wyse van kommunikasie 'n onafwendbare aangeleentheid. Dit is kenmerkend van die mens as individu dat hy gedurig op verskillende wyses met ander mense gemoed is, verhoudings met ander mense stig, en met ander mense kommunikeer aangaande sake van persoonlike of gemeenskaplike belang. Aangesien die kwantitatiewe aspekte van die werklikheid vir mense betekenisvol is, spreek dit vanself dat mense ook oor sodanige aspekte kommunikeer, wil kommunikeer en dikwels ook moet kommunikeer, met die oog op voldoening aan die eise wat in die volwassene-lewe aan mense gestel word.

Mense kommunikeer hoofsaaklik deur die aanwending van taal as simbolesisteem (begrippesisteem) aan die hand waarvan aspekte van die werklikheid beskryf kan word. Wiskunde as simbolesisteem vervul dus dieselfde funksie as taal, met betrekking tot bepaalde aspekte van die werklikheid, en is as sodanig betekenisvol as kommunikasiemedium.

Kommunikasie, aan die hand van Wiskunde as kultuursisteem, is vir mense van betekenis in die beroepslewe, in gesinshuishouding en ook in 'n besondere mate ten opsigte van die leerhandelinge van die mens. Vanwe \ddot{e} die betekenis van Wiskunde as simbolesisteem aan die hand waarvan veral aspekte van die natuur en die materieelgerigte kultuur (byvoorbeeld die ekonomie) beskryf en verklaar kan word, is Wiskunde as kommunikasiemedium van essensie \ddot{e} le betekenis vir die persoon wat kennis aangaande sodanige aspekte van die natuur en kultuur wil verower. As sodanig is Wiskunde as kommunikasiemedium eintlik onvermybaar, gesien in die lig van die feit dat die mens voortdurend afgestem is op verkryging van perspektief op die werklikheid.

2.2.5 Die arbeidsbetekenis van Wiskunde

Vanwe \ddot{e} die betekenis van Wiskunde in die materieelgerigte bedrywigheede van die mens, vorm matematiese handelinge vir baie per-

persone 'n integrale aspek van hul daaglikse arbeid binne die beroepsbestel. Matematiese bevoegdheid as 'n saak van onder andere kennis, insig en vaardigheid is dus 'n voorvereiste vir die beoefening van bepaalde beroepe, en as sodanig vir die suksesvolle uitvoering van bepaalde take.

Met die oog op taakaanvaarding en beroepsbeoefening by toetrede tot die volwassene-lewe, is ontplooiing van matematiese handelingsmoontlikhede dus ook vir 'n kind 'n betekenisvolle aangeleentheid. Insgelyks is evaluering van eie matematiese handelingsmoontlikhede met die oog op 'n beroepskeuse ook vir 'n kind 'n saak van besondere belang.

HOOFSTUK 3

ENKELE DOELSTELLINGS MET DIE ONDERRIG VAN WISKUNDE

/

3.1 INLEIDENDE OPMERKINGS

In hierdie hoofstuk sal getrag word om enkele fasette aan te dui van die moontlike bydrae van Wiskundeonderrig tot die volwassewording van kinders, in ooreenstemming met die aard en betekenis van die vak soos in die vorige hoofstuk uiteengesit. Daar word dus gepoog om te onderskei tussen verskillende aspekte van die moontlike pedagogiese betekenis van Wiskundeonderrig.

In die vorige hoofstuk is reeds daarop gewys dat matematiese handeling 'n betekenisvolle aangeleentheid is in die lewe van volwassenes, ten opsigte van die hantering van die kwantitatiewe aspekte van alledaagse situasies, ten opsigte van kommunikasie, beroepsbeoefening en perspektief op die werklikheid. Daar is ook op gewys dat wiskundige handeling as sodanig vir die mens betekenisvol kan wees. Hierdie betekenis kan slegs gerealiseer word deur middel van matematiese handeling, waarvoor matematiese kennis en vaardigheid 'n voorwaarde is. Kinders kan dus slegs tot die uiteindelijke verwerking van die bogenoemde betekenis van Wiskunde in hul eie lewens kom indien hulle in staat gestel word om matematiese kennis en vaardigheid te verower.

In die lig van die voorafgaande uiteensetting van die betekenis wat Wiskunde in die lewe van volwassenes kan hê, word in die volgende paragrafe 'n aantal doelstellings met die onderrig van Wiskunde aan die orde gestel. Hier word egter geensins op volledigheid aanspraak gemaak nie. Trouens die mening word uitgespreek dat meerdere insig in die aard en betekenis van Wiskunde en die volwassewording van kinders moontlik verdere pedagogies-verantwoordbare doelstellings met Wiskundeonderrig aan die lig kan bring. Die volgorde waarin die doelstellings hier aangebied word, dui geensins op prioriteit of relatiewe belangrikheid nie, maar eerder op 'n moontlike volgorde waarin hierdie doelstellings in die skool (dit wil sê van graad 1 tot standaard 10) beklemtoon sal word.

3.2 ENKELE DOELSTELLINGS MET WISKUNDEONDERRIG

3.2.1 Hantering van die kwantitatiewe en vormlike aspekte van alledaagse situasies

In die eerste instansie is dit die doel met Wiskundeonderrig om die kind te lei tot sinvolle hantering van die kwantitatiewe aspekte van alledaagse situasies. Met "aliedaagse" situasies word hier bedoel situasies waarin die hantering van geld en goedere, inagneming van tyd, afstand en ander kwantiteite, berekeninge en ander aspekte wat matematiiese handelingte verg, ter sprake kom (kyk ook par. 2.2.1). 'n Persoon wat nie oor 'n sekere mate van wiskundige bevoegdheid beskik nie, sou hom in die moderne, georganiseerde en gekompliseerde samelewing telkens in situasies bevind waar hy nie na behore selfstandig kan optree nie. In die lig van die feit dat die eise wat tans in bogenoemde opsig aan volwassenes ten opsigte van wiskundige bevoegdheid gestel word, tans steeds toeneem (kyk paragraaf 2.2.1), is dit bykans onmoontlik om op verantwoordbare wyse uitspraak te gee oor die volle inhoudelike implikasies van die onderhawige doelstelling. Tog is dit voor-die-hand-liggend dat die reële getallessisteem, die basiese bewerkings met reële getalle en enkele algoritmes wat daarop gebaseer is, en die aliedaagse toepassingsmoontlikhede daarvan ter sprake kom.

Tradisioneel is die onderhawige doelstelling hoofsaaklik in Rekenkundeonderrig nagestreef, en was dit tewens feitlik uitsluitlik die enigste doelstelling met Rekenkundeonderrig in die primêre skool. Die vernuwung in die onderrig van Rekenkunde en Wiskunde wat sedert 1966 in Suid-Afrika geïmplementeer is, het tot 'n verandering in hierdie situasie gelei, sodat tans ook ander doelstellings met die onderrig van Rekenkunde in die primêre skool nagestreef word.

3.2.2 Ontplooing van kommunikasiemoontlikhede

Ook is dit 'n doel met Wiskundeonderrig om die kind te lei tot 'n besef van, en bekwaamheid tot implementering van die kommunikasiemoontlikhede van die vak. Die betekenis van Wiskunde-inhoude as kommunikasiemedie strek vanaf die telgetalle wat normaalweg deel van die algemene omgangstaal vorm en in alledaagse kommunikasiesituasies aangewend word, tot die aanwending van gesofistikeerde wiskundige modelle in hooggespesialiseerde kommunikasiesituasies, byvoorbeeld die onderrig van Teoretiese Fisika (kyk ook par. 2.2.4). Dit spreek vanself dat nie alle matematiiese kommunikasiemoontlikhede vir alle volwassenes van

belang is nie. Tog is die kommunikasiebetekeenis van sekere Wiskunde-inhoude, byvoorbeeld die telgetalle, vir alle volwasse nes betekeenisvol, en dus ook van pedagogiese betekeenis ten opsigte van alle kinders. As gevolg van die toename in kompleksiteit van sake van algemene belang, byvoorbeeld die ekonomie, wat gepaard gaan met 'n toename in die gesofistikeerdheid van kommunikasiemedia, is dit moontlik dat Wiskunde-inhoude as kommunikasiemedia in die toekomst toenemend betekeenisvol vir alle volwassenes sal wees. Dit is byvoorbeeld moontlik dat die funksiebegrip as kommunikasiemedium tans reeds vir alle volwasse nes van belang kan wees, ten minste in die vorm van grafiese voorstellings. Vanselfsprekend kan vooruitgang op wiskundige gebied ook daartoe bydra dat die betekeenis van Wiskunde as kommunikasiemedium toeneem.

Vir die kind wat ook ander vakke bestudeer, en moontlik ook skoolse opleiding sal ondergaan, het Wiskunde-inhoude as kommunikasiemedia ook die besondere betekeenis dat dit in die onder rige van ander vakke aangewend word. Die onderrig en bestudering van vakke soos Fisika, Chemie, Ekonomie, Fisiese Aardrykskunde en Rekeningkunde sou onmoontlik wees sonder die aanwending van Wiskunde-inhoude.

3.2.3 Insigtelike en begripmatige verowering van die eietydse werklikheid

Die betekeenis van Wiskunde-inhoude as kommunikasiemedia impliseer dat Wiskundeonderrig daartoe kan bydra dat 'n persoon perspektief op die omringende werklikheid verkry. Aangesien insigtelike en begripmatige verowering van die werklikheid ook aangeleentheid van volwassewording is, spreek dit vanself dat Wiskundeonderrig ook in die lig hiervan pedagogiese betekeenisvol kan wees. Die betekeenis van Wiskunde ten opsigte van die verkryging van sodanige perspektief, word waarskynlik ten beste geïllustreer met betrekking tot die tegnologiese, natuurwetenskaplike en ekonomiese aspekte van die werklikheid.

'n Belangrike en omvangryke dimensie van menslike bedrywighede in die eietydse samelewing is tegnologies van aard. In hoofstuk 2 is reeds daarop gewys dat wiskundige handelinge prominente figureer in die tegnologie, tewens, dat die tegnologiese vooruitgang van die afgelope paar eeue onmoontlik sou gewees het sonder die daarmee gepaardgaande ontplooiing van wiskundige insigte en vaardighede by die mens. Dit spreek dus vanself dat 'n persoon se potensiaal om perspektief te bekom ten opsigte van die tegnologiese aspekte van die eietydse omringende werk-

likheid, in 'n besondere mate saamhang met sy matematiese kennis en bevoegdheid. Wat hierbo ten opsigte van die tegnologie gesê is, geld ook ten opsigte van die mens se natuurwetenskaplike bedrywighede, wat uiteraard nou saamhang met die tegnologiese.

Ook die eietydse ekonomiese bedrywighede is so kompleks in die noodwendige gekwantifiseerdheid daarvan, dat matematiese handelinge prominent daarin figureer, en dat perspektief ten opsigte daarvan sonder matematiese kennis en bekwaamheid haas ondenkbaar is.

3.2.4 Beroepsoriëntering

In die lig van die gespesialiseerdheid van die kontemporêre beroepsbestel is beroepskeuse 'n aangeleentheid van besondere betekenis in die lewe van elke volwassewordende. Die eis om 'n verantwoordelike en verantwoordbare beroepskeuse te maak is een van die eerste en belangrikste eise wat aan die volwassewordende skoolverlater gestel word. Dat die kind ten opsigte hiervan op die opvoedingshulp en steun van sy ouers en onderwysers aangewys is, spreek vanself.

Vanweë die besondere betekenis van wiskundige bevoegdheid in 'n verskeidenheid van beroepskeuse en die vereistes wat daar gestel word, moet die leerling, indien hy 'n beroepsrigting oorweeg waarvoor wiskundige bekwaamheid 'n voorvereiste is, noodwendig perspektief bekom, dit wil sê tot selfevaluering kom met betrekking tot sy wiskundige vermoëns, alvorens hy 'n realistiese beroepskeuse sal kan maak. Aangesien evaluering van eie matematiese bevoegdheid noodwendig impliseer dat die kind hom aan wiskundige handelinge moet waag, behoort die opvoedingshulp wat hiervoor benodig word, nie slegs op die rekening van skoolvoorgligting geplaas te word nie. Wiskundeonderrig as sodanig kan in 'n besondere mate bydra tot die kind se bevoegdheid om 'n realistiese beroepskeuse te maak wat verband hou met sy spesifieke wiskundige aanleg en bekwaamheid.

3.2.5 Ontplooiing van wiskundige potensiaal op verskillende vlakke

In die lig van die voorafgenoemde doelstellings met Wiskundeonderrig, op grond waarvan aan die vormende waarde (pedagogiese betekenis) van die vak gestalte gegee word, is die ontplooiing van die wiskundige potensiaal van kinders noodwendig 'n betekenis-

volle opvoedingsaangeleentheid (kyk ook par. 2.2.5). Een aspek van volwassewording is immers dat kinders moet word wat hulle behoort te word op grond van hulle positiewe menslike moontlikhede (potensiaal) en dit impliseer optimale ontplooiing van hulle besondere moontlikhede. Hierdie doelstelling kom veral ter sprake by die gevorderde kursus in die senior sekondêre skoolperiode. Uit hoofde van die Christelik-nasionale lewensbeskouing geld dit onder andere as Christelik-nasionale opvoedingsdoel dat kinders gelei moet word tot optimale ontplooiing van hulle positiewe moontlikhede as Godgegewe talente, en tot diensbaarheid aan medemens en land. Vanweë die besondere betekenis van Wiskunde in onder andere die tegnologiese, ekonomiese en militêre bedrywighede van die samelewing, leen wiskundige aanleg en bekwaamheid sig in 'n besondere mate tot diensbaarmaking.

Binne die raamwerk van gedifferensieerde onderwys kan en moet daar sekerlik voorsiening gemaak word vir dié leerlinge vir wie wiskundige handeling as sodanig betekenisvol kon wees as aangeleentheid van selfaktualisering. Die besondere doelstelling wat hier ter sprake kom, is om aan sodanige leerlinge geleenthede tot kreatiewe en oorspronklike wiskundige handeling te bied, en hulle ten aansien van die aard daarvan te oriënteer.

3.2.6 Ontplooiing van logiese en abstrakte denke

In hoofstuk 2 is gewys op sowel die wesenlike abstrakte aard van matematiiese begrippe en handeling, as op die betekenis van logiese deduktiewe denke in Wiskunde.

Ten einde die onderhawige doelstelling in voller perspektief te stel, is dit sinvol om enigermate te omskryf wat met abstrakte en logiese denke bedoel word. In sy denkende omgang met die werklikheid kan die mens op 'n meer of minder abstrakte niveau beweeg. Ten opsigte van aantal as 'n aspek van die werklikheid kan 'n mens oorwegend aanskoulik dink, deur byvoorbeeld op die vingers te tel (af te paar). Benoëning van bepaalde aantalle (byvoorbeeld vier) impliseer 'n meerdere abstrakteheid van denke as blote afparing, en om aan die hand van sodanige benoëning te tel sonder aanskoulike afparing (gebruik van vingers) impliseer 'n nog hoër niveau van abstraktheid. Matematiiese begrippe, in hierdie geval getalle, maak dus abstrakte denke ten opsigte van die kwantitatiewe aspekte van die werklikheid moontlik. Die niveau van abstraktheid wat selfs in elementêre Wiskunde bereik kan word, is besonder hoog in vergelyking met

meeste ander skoolvakke, sodat matematiese denke in 'n besondere mate eksimplaries is van denke op 'n hoër niveau van abstraktheid.

Alhoewel logiese denke en abstrakte denke beswaarlik van mekaar te onderskei is, impliseer die een nie noodwendig die ander nie. Waar die term "abstrakte denke" dui op abstrahering as verwoording of nie-aanskoulike simbolisering van aspekte van die konkrete werklikheid, dui "logiese denke" op die aanvaarding en implementering van a priori-beginsels wat "logiese wette" genoem, en in 'n meerdere of mindere mate formeel hanteer kan word.

Die onderhawige doelstelling impliseer dus dat kinders deur Wiskundeonderrig gelei moet word tot meer abstrakte denke, ofte wel, denke op 'n steeds hoër niveau van abstraktheid. Andersyds impliseer dit ook dat kinders deur Wiskundeonderrig gelei moet word tot herkenning van, en bekwaamheid in die implementering van formele, logiese beginsels. Van besondere didaktiese belang is die feit dat die leereffek nie beperk sal bly tot abstrakte en logiese matematiese denke nie, maar dat leerlinge dit na ander situasies sal kan oordra veral in gevalle waar nie-matematiese aangeleenthede ter sprake is.

Lenné (1969) wys daarop dat daar weinig grond bestaan vir die hipotese dat sodanige oordrag hoëgeraamd moontlik is, en dat omvattende navorsing in dié verband nodig is, sowel as beligting van die didaktiese implikasies (2, p. 129).

In noue samehang met die kwessie van logiese en abstrakte denke kom die bekwaamheid tot ordering ter sprake. In sy beskrywende, interpreterende en verklarende omgang met die werklikheid, op wetenskaplike sowel as voor- en na-wetenskaplike vlak, gaan die mens telkens oor tot ordering as die maak van onderskeidings, begripspresisering, die identifisering van samehange, en hiërargiese klassifikasie. Ook in Wiskunde vind sodanige ordering plaas, enersyds as definieëring, veralgemening en aksiomatisering, en andersyds aan die hand van die deduktiewe metode. Wiskunde bied dus nie net eksimplare van 'n bepaalde orderingswyse nie, maar ook geleenthede tot oefening daarin. Veral wanneer aan leerlinge die geleentheid gebied word om self 'n verskeidenheid van besondere wiskundige feite te orden, sal Wiskundeonderrig seker 'n besondere bydrae kon lewer tot die ontplooiing van orderingsbekwaamheid. Afgesien van hierdie moontlikheid tot voorming, sal sodanige eie organisasie van wiskundige kennis deur leerlinge immers ook hul greep op die kennis versterk (dit is na alles die wesenlike sin van ordering) en kan dit

sodoende bydra tot die effektiewe realisering van ander doel= stellings met Wiskundeonderrig.

3.2.7 Propedeuse tot (voorbereiding vir) verdere studie

Die meeste skoolvakke het waarskynlik onder andere dié betekenis dat dit kan bydra tot die effektiwiteit van gespesialiseerde naskoolse studie. Vanweë die betekenis van Wiskunde as kommunika= sasiemedium, het Wiskundeonderrig, net soos taalonderrig egter besondere propedeutiese waarde en word propedeuse dus hier as 'n doelstelling met die onderrig van dié vak uitgesonder. Die sentrale moment van hierdie doelstelling sou wees om leerlinge te lei tot verwerwing van die bekwaamheid om wiskundige beskry= wings van aspekte van die werklikheid (byvoorbeeld in die natuur= en ekonomiese wetenskappe) begrypend te kan lees.

3.2.8 Slotopmerking

Die voorafgaande uitsondering van enkele moontlik realiseerbare en moontlik sinvolle doelstellings met Wiskundeonderrig kan geen= sins as volledig en afdoende beskou word nie. Soos die toon= aangewende Duitse Wiskundedidaktikus Steiner dit (1969) stel (6, p. 328):

"Die Frage nach dem Verhältnis von Mathematik und Bildung muss immer wieder neu gestellt werden."

HOOFSTUK 4

DIE REALISERING VAN DOELSTELLINGS MET WISKUNDEONDERRIG IN DIE ONDERWYSPRAKTYK

4.1 INLEIDENDE OPMERKINGS

Aangesien dit die doel met die onderhawige navorsingsprogram is om by te dra tot die bevordering van Wiskundeonderrig, is dit nodig om duidelikheid te verkry aangaande die organisatoriese struktuur van Wiskundeonderrig in Suid-Afrika, deur middel waarvan vernuwing geïmplementeer moet word.

Didakties gesproke is dit aan die hand van die klaskamergebeure, soos ontwerp en geïmplementeer deur die onderwyser, dat die doelstellings met Wiskundeonderrig nagestreef en gerealiseer word. Die onderwyser ontwerp egter die gebeure binne die raamwerk en dus met inagneming van 'n didakties-organisatoriese struktuur wat in verskillende fasette uitval, naamlik:

- (a) Die formulering van doelstellings met Wiskundeonderrig deur die verantwoordelike instansies.
- (b) Die samestelling van Wiskundesyllabusse.
- (c) Die samestelling van handboeke.
- (d) Eksterne eksaminering.
- (e) Opleiding van onderwysers.
- (f) Kontrole en advies deur die inspektoraat.

Die formulering, samestelling of behartiging van die bogenoemde onderwysaangeleenthede word op die rekening van spesifieke persone of groepe persone geplaas. En uit die aard van die saak is hierdie bogenoemde die enigste terreine waarop vernuwing geïmplementeer kan word, behalwe vir sover individuele onderwysers of groepe onderwysers self vernuwing met betrekking tot onderwysmetodes en tegnieke inisieer.

In die volgende paragraawe word enkele aspekte van die besondere betekenis wat elk van die bogenoemde fasette van die onderwyspraktik vir die verwerking van onderwysdoelstellings het, uiteengesit.

Ten slotte volg in hierdie hoofstuk 'n besinning met betrekking tot die klaskamergebeure en wel met die oog op die uitsondering van enkele aspekte wat van rigtinggewende betekenis is ten opsigte van die effektiewe verloop van Wiskundeonderrig.

4.2 FAKTORE WAT DIE KLASKAMERGEBEURE BEEÏNVOED

4.2.1 Formulering van doelstellings met Wiskundeonderrig deur die verantwoordelike instansies.

In Suid-Afrika word die doelstellings met Wiskundeonderrig amptelik geformuleer deur verskillende komitees wat vir die samestelling van Wiskunde- en Rekenkundesillabusse verantwoordelik is, (in opdrag van die Gemeenskaplike Matrikulasieraad, die Komitee van Onderwyshoofde, asook onderwysdepartemente wat nie op hierdie komitee verteenwoordig word nie) en saam met die verskillende sillabusse gepubliseer. Alhoewel dit nie sonder meer aanvaar kan word dat die amptelik-geformuleerde doelstellings deur alle Wiskundeonderwysers doelbewus en effektief nagestreef word nie, is dit waarskynlik geregverdig om te aanvaar dat die amptelike formulering daarvan tog rigtinggewend is ten opsigte van die nastrewing van doelstellings in die onderwyspraktik.

4.2.2 Sillabussamestelling

Sillabussamestelling is in tweeërlei opsig van belang vir die verwerkliking van doelstellings met die onderrig van Wiskunde. Enersyds is dit so dat sekere doelstellings slegs aan die hand van bepaalde Wiskunde-inhoude as leerinhoude verwerklik kan word. Andersyds hang die effektiwiteit van die klaskamergebeure in 'n groot mate af van die leergereedheid van kinders in bepaalde skoolstanderds en die voorgeskrewe sillabusse in hierdie verband. Daarom is dit noodwendig die verantwoordelikheid van persone wat vir sillabussamestelling verantwoordelik is, om die implikasies wat die doelstellings met betrekking tot sillabusinhoud het, sowel as beskikbare gegewens aangaande die leergereedheid van kinders, by sillabussamestelling in aanmerking te neem.

4.2.3 Eksterne eksaminering

Aangesien eindeksamens vir alle praktiese doeleindes na afloop van skoolbywoning deur kinders afgelê word, spreek dit vanself

dat dit van weinig regstreekse betekenis kan wees ten opsigte van verwerkliking van doelstellings met die onderrig van Wiskunde. Tog is die aard en samestelling van eindeksamenvraestelle wel beïnvloedend ten opsigte van die klaskamergebeure, aangesien dit die interpretasie wat onderwysers aan sillabusse heg, beïnvloed en dus ook die nastrewing en verwerkliking van doelstellings met Wiskundeonderrig. In dié lig gesien is die aard en samestelling van eindeksamens een van die weë waarlangs verowering in die praktyk van Wiskundeonderrig bewerkstellig kan word.

4.2.4 Handboeksamestelling

Alhoewel die onderwyser oor 'n mate van vryheid beskik ten opsigte van die beplanning en verwerkliking van die klaskamergebeure, spreek dit vanself dat hy ten opsigte van metodologiese aangeleenthede soos leerstofordening by aanbieding, tempo van aanbieding en beklemtoning van bepaalde aspekte van die leerinhoud in 'n mate die samestelling van die handboek wat in gebruik is, in aanmerking sal neem.

Vanweë die aard van Wiskunde as handelingstruktuur (kyk hoofstuk 2) beklee die opdrag (oefening) as wyse van onderrig noodwendig 'n sentrale plek in die onderrig van Wiskunde. Onderwysers maak gewoonlik van die oefeninge in handboeke gebruik sodat in hierdie opsig die samestelling van handboeke in 'n besondere mate beïnvloedend ten opsigte van die klaskamergebeure, en dus ook ten opsigte van die realisering van doelstellings, is.

4.2.5 Opleiding van onderwysers

Dit kan met reg beweer word dat die akademiese en professionele opleiding van Wiskundeonderwysers in 'n besondere mate beïnvloedend is ten opsigte van die wiskundige en didaktiese kennis, perspektief en bekwaamheid waaroor onderwysers beskik en dus ten opsigte van die wyse waarop hulle die onderwyspraktyk in beweging gaan bring.

Dit is onder andere noodsaaklik dat die opleiding van Wiskundeonderwysers daarvoor voorsiening maak dat hulle die nodige perspektief op die aard en betekenis van die vak, wat voorwaarde vir suksesvolle en sinvolle onderrig daarvan is, bekom. Uit die aard van die saak behoort sowel die wiskundige (akademiese) as vakdidaktiese (professionele) opleiding hiertoe by te dra.

So gesien, is die opleiding van Wiskundeonderwysers noodwendig een van die weë waarlangs vernuwing in hierdie vakonderrig in aansyn geroep kan word.

4.2.6 Kontrole en advies deur die inspektoraat

Dit spreek vanself dat die inspektoraat 'n besondere verantwoordelikheid met betrekking tot die effektiewe en sinvolle verloop van die onderwyspraktyk het. Hierdie verantwoordelikheid setel primêr daarin dat die inspekteurs en seker veral vakinspekteurs as skakel dien tussen die verskillende voorafgenoemde fasette van die praktyk, en spesifiek tussen beplanning soos dit veral in doelformulering en sillabussamestelling kulmineer, en die onderwyspraktyk as sodanig soos dit in die arbeid van onderwysers vergestaltung vind.

4.3 VERWERKLIKING VAN DIE DOELSTELLINGS IN DIE ONDERRIG

4.3.1 Inleidende opmerkings

Met die oog daarop om meer perspektief te verkry ten opsigte van vernuwingsoomthede in die onderrig van Wiskunde, sowel as ten opsigte van die didaktiese implikasies van verskillende doelstellings met die onderrig van die vak, word in die volgende paragrawe enkele aspekte van die realisering van doelstellings in die klaskamer aan die orde gestel.

4.3.2 Verowering van Wiskundeleerinhoud deur kinders

Die doelstellings met Wiskundeonderrig kan slegs gerealiseer word indien kinders in die eerste plek daarin slaag om die leerinhoud te ken. Dit is egter sô dat Wiskundeleerinhoud op verskillende wyses geken kan word.

Die stellings en aksiomas van Euklidiese Meetkunde kan byvoorbeeld bloot begriploos paraat geken en "meganies" gememoriseer word, dit wil sê sonder enige begrip van die logiese bewysgang van die stellings, die logiese samehang van Euklidiese Meetkunde as deduktief-aksiomatiese struktuur, of selfs die konkreet-ruimtelike implikasies van bepaalde stellings en aksiomas. Sodanige kennis kan hoegenaamd nie funksioneel wees ten opsigte van die verwerking van die doelstelling om kinders tot die ontplooiing van logiese denke te lei nie.

Bostaande voorbeeld dui daarop dat begripmatige beheersing van Wiskundeleerinhoud 'n moontlikheidsvoorwaarde vir die verwerkliking van doelstellings met Wiskundeonderrig is. Dit is dan ook verblydend dat begripsvorming by Wiskundeonderrig hedendaags in sillabusse beklemtoon word. Begripsvorming as sodanig kan uiteraard nie geld as 'n uiteindelijke doelstelling met Wiskundeonderrig nie, maar dit is beslis 'n voorwaarde vir die verwerkliking van pedagogies-verantwoordbare doelstellings.

As daar dan sprake is van twee wyses van ken, dan is daar insgelyks sprake van twee wyses van "leer ken". Maar omdat wyses van "leer ken" inderdaad deur die onderwyser gefinisieer word, dra laasgenoemde die onbetwiste verantwoordelikheid vir die wyse waarop die leerhandeling hom voltrek. Kortliks gestel, is daar dan ook enersyds sprake van 'n metodologiese benadering tot die onderrig wat tot 'n begriplose wyse van ken kan lei en andersyds van 'n benadering wat "begripmatig ken" as uitkoms het.

Uit bostaande is dit dan duidelik dat die vraag hoe 'n kind Wiskunde leer nie slegs op empiriese grondslag beantwoord kan word nie, aangesien 'n bepaalde leerdoel bepaalde implikasies het ten opsigte van hoe geleer moet word ten einde die leerdoel te verwerklik. Primêr bly dit immers die taak van die onderwyser om leerwyses aan die hand te doen.

In hierdie lig gesien, spreek dit ook vanself dat navorsing aangaande die effektiwiteit van verskillende leermetodes by Wiskunde betekenisvol kan wees in dié sin dat dit vernuwing in die onderrig van die vak moontlik kan maak.

4.3.3 Verwerking van Wiskundeleerinhoud deur leerlinge

Die verowering van Wiskundeleerinhoud deur leerlinge, selfs al sou dit 'n begripmatige verowering wees, impliseer nie noodwendig dat alle doelstellings met Wiskundeonderrig verwerklik word nie, alhoewel dit as moontlikheidsvoorwaarde daarvoor geld. Die doelstelling om kinders te lei tot ontplooiing van hul kommunikasiemoontlikhede word byvoorbeeld slegs gerealiseer wanneer kinders daartoe oorgaan om Wiskunde-inhoud as kommunikasiemedie aan te wend in hul persoonlike omgang met die werklikheid. In hierdie lig gesien, beteken verwerking van leerinhoud dat bepaalde betekenisse van die inhoud herken en gerealiseer word, en die inhoud sodoende sinvol geïntegreer word in die kind se omgang met die hom-omringende.

Met die oog op sodanige integrasie geld dit vanselfsprekend dat, ten einde kinders daartoe te lei om bepaalde betekenis van Wiskunde te realiseer, die onderwyser in sy onderrigmetode aan bepaalde eise moet voldoen.

4.3.4 Die leergereedheid van kinders ten opsigte van Wiskundeleerinhoude

Met die leergereedheid van kinders op 'n bepaalde skoolvlak ten opsigte van bepaalde Wiskundeleerinhoude word bedoel die mate waartoe kinders in staat is om die leerstof te verower en sodanige betekenis daaraan te gee dat die doelstellings met Wiskundeonderrig daardeur tot verwerkliking sal kom, indien die inhoude op 'n bepaalde wyse aan hulle onderrig sou word.

Die leergereedheid van kinders op 'n bepaalde skoolvlak ten opsigte van bepaalde Wiskundeleerinhoude word onder andere bepaal deur hul voorkennis, hul wiskundige aanleg, en die betekenis wat hulle reeds aan Wiskunde heg. Vanweë die onderlinge verskille tussen kinders spreek dit vanself dat enige Wiskundeklas in 'n meerdere of mindere mate heterogeen sal wees ten opsigte van leergereedheid. Aangesien toereikende leergereedheid 'n voorwaarde is vir die pedagogies-betekenisvolle onderrig van bepaalde Wiskundeleerinhoude (ofte wel die verwerkliking van doelstellings met Wiskundeonderrig), geld dit onbetwisbaar dat die onderwyser, in die lig van die noodwendige heterogeniteit van die Wiskundeklas, hom telkens daarvan sal moet vergewis of die klas oor toereikende leergereedheid beskik, en of hy aanvullende onderrig sal moet gee (hersiening doen) indien nodig. Sodanige aanvullende onderrig hoef nie noodwendig gerig te wees op die verowering van Wiskundeleerinhoude nie, maar kan veral van belang wees met die oog op die betekenis wat kinders aan reeds verowerde inhoude heg. Laasgenoemde aspek hou immers noodwendig verband met die leerintensie van kinders ten opsigte van Wiskunde, ofte wel hul gemotiveerdheid om Wiskunde te leer.

4.3.5 Motivering tot leerbereidwilligheid

Voldoende motivering tot leerbereidwilligheid is uiteraard 'n moontlikheidsvoorwaarde vir die verowering en verwerking van Wiskundeleerinhoude deur leerlinge. Sonder om op hierdie saak in detail in te gaan, kan daarop gewys word dat die leerbereidwilligheid om bepaalde leerinhoude te bestudeer noodwendig verband hou met onder andere die betekenis wat 'n persoon aan

sodanige leerinhoudes toeken. Anders gestel, die leerling sal nie tot leer oorgaan tensy die inhoud vir hom een of ander betekenis inhou nie. Dit is dus die onderwyser se onafwendbare opgawe om leerlinge te lei tot betekenisgewing (hoe voorlopig, vloeibaar of diffuus dit ook al mag wees) aan leerinhoudes alvorens hulle met die volle diepte en omvang hiervan gekonfronteer word. Dat leerlinge later ook verdiepte betekenis (in die lig van die doelstellings) aan die inhoud behoort toe te ken, spreek uit die voorafgaande uiteensettinge.

In aansluiting by paragraaf 2.2.3 kan daarop gewys word dat motivering tot leerbereidwilligheid ook kan berus op verwondering aan die eenvoud of logika, of selfs die toepassingsmoontlikhede van Wiskunde. Met die oog op die realisering van doelstellings, behoort die kind egter nie toegelaat te word om by die verwondering aan Wiskunde te bly vassteek nie maar moet op grond daarvan oorgaan tot 'n meer insigtelike en dus nugtere perspektief op die vakinhoudelike.

4.3.6 Didaktiese vormgewing aan die onderrig ("onderrigmetodiek")

In die voorafgaande subparagrafe is enkele aspekte van die klaskamergebeure uitgesonder wat van wesenlike belang is ten opsigte van die verwerking van doelstellings met Wiskundeonderrig. Meer spesifiek is daarop gewys dat die klaskamergebeure 'n bepaalde verloop moet neem ten einde die realisering van doelstellings moontlik te maak. Dit is dus die taak van die onderwyser om hierdie gebeure op sodanige wyse te ontwerp en te inisieer dat aan die genoemde en ander moontlikheidsvoorwaardes vir die verwerking van doelstellings met Wiskundeonderrig voldoen word. Meer spesifiek blyk uit die voorafgaande dat die didaktiese vormgewing aan die onderrig nie slegs daarop toegespits moet wees dat kinders Wiskundeleerinhoudes moet verower ter wille van verowering nie, maar veral dat hulle dit op 'n bepaalde wyse moet verower (begripmatig, insigtelik) ten einde hulle te lei tot die realisering van bepaalde betekenis van Wiskunde.

HOOFSTUK 5

ENKELE IMPLIKASIES VAN DOELSTELLINGS MET WISKUNDEONDERRIG VIR DIE ONDERWYSPRAKTYK

5.1 INLEIDENDE OPMERKINGS

'n Enigsins volledige uiteensetting van die implikasies van die doelstellings met Wiskundeonderrig in die praktyk, is sekerlik 'n taak wat 'n uiteensetting van alle aspekte van die vak= onderrig sou verg. Sodanige uiteensetting sou die finale uitkoms van 'n omvattende navorsingsprogram wees, en is in hierdie stadium van die RGN se ondersoekprogram onmoontlik. Ter gedeel= telike motivering van die verdere navorsingsprogram, asook ten einde 'n mate van perspektief te bekom ten opsigte van die vorm wat verdere navorsing kan aanneem sowel as ten opsigte van moontlikhede tot vernuwing in Wiskundeonderrig, word enkele voor= die=hand=liggende implikasies van bepaalde doelstellings in hier= die hoofstuk bespreek.

5.2 ENKELE IMPLIKASIES VAN DIE DOELSTELLING OM KINDERS TE LEI TOT BEKWAAMHEID TEN OPSIGTE VAN DIE HANTERING VAN KWANTI= TATIEWE ASPEKTE VAN ALLEDAAGSE SITUASIES

By die onderhawige doelstelling gaan dit nie primêr om wiskundige bevoegdheid van leerlinge as sodanig nie. Tog is bepaalde matematiese bekwaamhede 'n voorvereiste vir die effektiewe han= tering van die kwantitatiewe aspekte van alledaagse situasies. Soos reeds in hoofstuk 3 genoem, kan nie sonder meer uitspraak aangaande die implikasies vir sillabussamestelling gegee word nie, veral vanweë die toenemende gesofistikeerdheid van die hantering van kwantitatiewe aangeleenthede in die eietydse samelewing. Navorsing in hierdie verband kan dus betekenisvol wees.

Verowering van die relevante Wiskundeleerinhoud as sodanig im= pliseer egter nog nie noodwendig verwesenliking van die onder= hawige doelstelling nie. Daar kan immers nie aanvaar word dat kinders sonder meer die toepassingsmoontlikhede van bepaalde Wiskunde=inhoud sal insien nie. Hierdie doelstelling impli= seer dus ook dat kinders onderrig sal word ten opsigte van die implementering van hul matematiese bekwaamhede in alledaagse situasies. Vanweë die verskeidenheid van sodanige situasies waarin kwantitatiewe aspekte ter sprake kom, kan kinders uiter=

aard nie onderrig word ten opsigte van alle toepassingsmoontlikhede van die Wiskunde-inhoude wat ter sprake kom nie. Effektiewe onderrig in hierdie verband moet dus noodwendig eksemplaries van aard wees. Die seleksie van geskikte eksemplare in die vorm van toepassingsmoontlikhede van Wiskunde-inhoude is 'n didaktiese probleemopgawe waarvoor sillabusstellers, handboekskrywers en onderwysers noodwendig te staan kom. Ook in hierdie opsig kan wetenskaplik-verantwoorde navorsing betekenisvol wees.

Dit spreek vanself dat die leerintensie van kinders ten opsigte van die onderhawige doelstelling in noue verband sal staan met die mate waartoe hulle die kwantitatiewe aspekte van alledaagse situasies waarin hulle hul bevind as hanteringsprobleem beleef. Die situasies waarin kinders hulle bevind, verskil noodwendig van dié van volwassenes. Aangesien die onderhawige doelstelling, te wete die hantering van kwantitatiewe aspekte van situasies gaan om situasies waarin volwassenes betrokke kan raak, bestaan die moontlikheid dat kinders gekonfronteer word met hantering van kwantitatiewe aangeleenthede wat vir hulle nog nie betekenisvol is nie. Die berekening en implikasies van samegestelde rente wat tans vir die meeste volwassenes van belang is vanweë die kredietingesteltheid van die handel en die wyse van funksionering van banke en bouverenigings, spreek byvoorbeeld nog nie noodwendig kinders aan nie. Die moontlikheid bestaan dus dat realiserings van die bogenoemde doelstelling soms kan misluk vanweë ontoereikende leergerigtheid by kinders. Die didaktiese implikasie van hierdie moontlike probleem is voor-die-hand-lig-gend, naamlik dat kinders gelei moet word tot betekenisgewing aan bepaalde situasietipes waarin die hantering van kwantitatiewe aspekte van belang is, alvorens hulle onderrig word ten opsigte van die relevante wiskundeleerinhoud. Verder moet daarop gewys word dat die kwessie van realisering van leerintensie verband hou met leergereedheid. Betekenisgewing aan die toepassingsmoontlikhede van Wiskunde-inhoude kan ook verband hou met die onderrig van ander vakke, soos deur bostaande voorbeeld geïllustreer word.

5.3 ENKELE IMPLIKASIES VAN DIE DOELSTELLINGS OM KINDERS TE LEI TOT ONTPLOOIING VAN HUL KOMMUNIKASIMOONTLIKHEDE EN PERSPEKTIEF

Vanweë die feit dat bepaalde Wiskunde-inhoude besonder betekenisvol ten opsigte van kommunikasie kan wees, het die bogenoemde doelstelling besondere inhoudelike implikasies in hierdie verband. Vir sover Wiskunde as kommunikasiemedium by die onderrig

van ander skoolvakke betekenisvol is, hang die implikasies van hierdie doelstelling vir sillabussamestelling klaarblyklik nou saam met die samestelling van sillabusse vir ander skoolvakke. So is dit byvoorbeeld voor-die-hand-liggend dat insluiting van vektore in Wiskundesillabusse in Suid-Afrika die betekenis van Wiskundeonderrig in bogenoemde opsig kan verhoog, aangesien die vektorbegrip in die onderrig van Natuur- en Skeikunde as kommunikasie-medium aangewend word. Dieselfde geld ook vir die infinitesimaalrekening.

Vir sover Wiskunde-inhoude as kommunikasie-media in ander skoolvakke aangewend word, kan die onderrig van sodanige vakke bydra tot verwesenliking van die onderhawige doelstelling met hierdie vakonderrig. Vir die optimale realisering van hierdie doelstelling is dit egter ook nodig dat in Wiskundeonderrig self aandag geskenk word aan die implementering van Wiskunde-inhoude as kommunikasie-media.

Die implementering van Wiskunde as kommunikasie-medium berus wesenlik daarop dat aspekte van die werklikheid aan die hand van wiskundige simbole en begrippe beskryf word, ofte wel dat wiskundige modelle van aspekte van die werklikheid ontwerp word. Hierdie handelingsverskynsel word noodwendig matematisering genoem. As noodwendige keerkant daarvan is daar sprake van dematematisering as die interpretasie van wiskundige modelle of beskrywings in die sin dat die werklikheidsaspekte waarna verwys word, geïdentifiseer word.

Bekwaamheid om aan die hand van Wiskunde te kommunikeer, behels dus sowel bekwaamheid tot matematisering as bekwaamheid tot dematematisering. Die implikasies van hierdie doelstelling sou dus onder andere daarin geleë wees dat die leerling nie net 'n verskeidenheid wiskundige begrippe aan die hand waarvan verskillende aspekte van die werklikheid beskryf kan word, moet verower nie, maar ook dat hy moet leer, in die laaste instansie deur oefening, om te matematiseer en te dematematiseer.

Aangesien die doelstelling met Wiskundeonderrig naamlik om kinders te lei tot verkryging van perspektief op die werklikheid, implisiet verband hou met die bogenoemde doelstelling, is die implikasies daarvan dieselfde as in bostaande geval.

5.4 ENKELE IMPLIKASIES VAN BEROEPSORIENTERING AS DOELSTELLING MET WISKUNDEONDERRIG

In hoofstuk 3 is reeds daarop gewys dat die betekenis van Wiskundeonderrig met die oog op die beroepsoriëntering van kinders daarin geleë kan wees dat hulle die geleentheid kry om hulle eie wiskundige vermoëns te kan leer ken, en perspektief bekom ten opsigte van die eise wat in verskillende beroepskeure ten opsigte van wiskundige bevoegdheid gestel word.

Dit spreek vanself dat kinders nie op skool met alle wiskundeleerinhoud wat vir verskillende beroepskeure van belang is, gekonfronteer kan word nie. Evaluering van kinders se wiskundige bevoegdheid met die oog op beroepskeure moet dus noodwendig hoofsaaklik op 'n indirekte wyse plaasvind, veral ten opsigte van beroepe waarvoor naskoolse opleiding in Wiskunde 'n voorvereiste is. Ten opsigte van laasgenoemde beroepstipes is dit veral nodig dat leerlinge perspektief moet bekom aangaande hulle moontlikhede om die naskoolse opleiding met sukses te deurloop. In dié verband kan die onderhawige doelstelling dus gerealiseer word vir sover die Wiskunde-inhoud wat op skool behandel word, wiskundeleerinhoud hou met daardie inhoud wat in beroepsopleiding ter sprake kom. Vanweë die inhoudelike hiërargiese struktuur van Wiskunde is bogenoemde inhoudelike implikasie van die onderhawige doelstelling geensins problematies nie.

5.5 ENKELE IMPLIKASIES VAN ONTPLOOIING VAN DIE WISKUNDIGE POTENSIAAL VAN KINDERS AS DOELSTELLING MET WISKUNDEONDERRIG

Elk van die ander genoemde doelstellings met Wiskundeonderrig impliseer noodwendig ontplooiing van die wiskundige bevoegdheid van kinders. Optimale ontplooiing van hierdie potensiaal impliseer egter dat kinders tot die hoogste bereikbare niveau van wiskundige vaardigheid geleë moet word. Hieruit volg leerstof- en onderrigimplikasies wat hulle nie noodwendig in die ander genoemde doelstellings met Wiskundeonderrig manifesteer nie. Enkele van dié implikasies word hieronder bespreek.

In die eerste plek berus die wiskundige bekwaamheid van 'n persoon op sy perspektief op Wiskunde, dit wil sê die niveau van algemeenheid van die Wiskunde-inhoud wat hy beheers. Die volgende voorbeelde dien ter illustrasie:

- (i) Die teorie van die analitiese bepaling van die nulpunte van polinoomvergelykings in die algemeen is op 'n hoër vlak van algemeenheid as die teorie van kwadratiese vergelykings.

- (ii) 'n Persoon wat bekend is met numeriese oplossingsmetodes vir vergelykings of stelsels vergelykings, het meer perspektief ten opsigte van die oplossing van vergelykings as 'n persoon wat slegs met die "gewone" oplossingsmetodes bekend is.
- (iii) Die feit dat die heelgetalle ten opsigte van optelling voldoen aan die assosiatiewe en kommutatiewe wette, en dat daar 'n neutrale element, en vir elke getal 'n inverse bestaan, skyn met die eerste kennismaking beperk te wees tot heelgetalle. By veralgemening na rasionale en reële getalle blyk dat die genoemde eienskappe ook vir hierdie getalle geld. 'n Trappie verder kom die beheersing van die begrip "abelse groep" en dan tree die bogenoemde getalleversamelings gestruktureer deur die genoemde vier eienskappe as getallessisteme na vore as drie van vele spesiale gevalle van die bindende abstrakte begrip "abelse groep". Die volgende stap is die beheersing van die begrippe "ring" en "R-moduul" waar R 'n willekeurige assosiatiewe ring voorstel. Op hierdie vlak word die abstrakte begrip "abelse groep" op sy beurt "verkonkretiseer" tot 'n spesiale geval: 'n abelse groep is naamlik 'n besondere moduul, naamlik 'n Z-moduul waar Z die (besondere) ring van heelgetalle voorstel (Vergelyk in dié verband pp. 36-37).

In bogenoemde opsig het die onderhawige doelstelling dus die besondere implikasie vir sillabussamestelling dat voorsiening vir veralgemening gemaak moet word. Dit spreek vanself dat alle moontlike leerstofimplikasies nie sonder meer by sillabussamestelling geïmplementeer kan word nie. Ooreenstemming met die gereedheidsniveau van leerlinge, sowel as die praktiese beperkinge opgelê deur die tyd wat op skool aan Wiskunde bestee kan word, moet immers gehandhaaf word. Vernuwung van die praktyk van Wiskundeonderrig ten opsigte van verwerking van die doelstelling onder bespreking sal dus noodwendig voorafgegaan moet word deur navorsing aangaande die mees ekonomiese dog effektiewe inhoudelike vernuwingsmoontlikhede, sowel as die leergereedheid van kinders op verskillende skoolvlakke. Die moontlikheid bestaan uiteraard dat vernuwung ten opsigte van die amptelike doelstellings met Wiskundeonderrig, kan lei tot verantwoordbare inperking van bestaande Wiskundesillabusse. Die teorie aangaande die som en produk van die wortels van kwadratiese vergelykings kan byvoorbeeld beswaarlik instrumenteel wees ten opsigte van verwerking van enige van die doelstellings in hoofstuk 3 genoem.

'n Persoon se wiskundige bevoegdheid hang ook af van die perspektief waaroor hy beskik ten opsigte van die verskillende wyses waarop 'n probleem matematies aangepak kan word. (Tans leer kinders byvoorbeeld in standerds 9 en 10 dat meetkundige probleme analities of deduktief aangepak kan word.) In hierdie verband is dit nodig dat hulle gelei word tot perspektief aangaande die verband tussen verskillende aspekte van Wiskunde, byvoorbeeld Algebra, Analise, Meetkunde, Trigonometrie en Nume-riese Analise, in welke geval die eenheidstruktuur van Wiskunde ter sprake kom.

5.6 ENKELE IMPLIKASIES VAN DIE DOELSTELLINGS OM KINDERS TE LEI TOT ONTPLOOIING VAN ABSTRAKTE EN LOGIESE DENKE

In paragraaf 3.2.6 is reeds daarop gewys dat matematiiese denke noodwendig van abstrakte en logies-deduktiewe aard is, en dat ontplooiing van matematiiese potensiaal noodwendig die ontplooiing van matematiiese abstrakte en logies-deduktiewe denke impliseer. Verder is daarop gewys dat aangesien matematiiese denke eksemplaries van abstrakte denke in die algemeen kan wees, die ontplooiing van matematiiese potensiaal dienoreenkomstig kan lei tot die gedying van abstrakte en logiese denke in die algemeen. Alhoewel dit vry algemeen aanvaar word dat hierdie moontlikheid wel bestaan, wys Lenné(1969) daarop dat weinige empiriese ondersoek nog in hierdie verband gedoen is, en dat die empiriese ondersoek wat wel lig op die saak werp, eerder daarop dui dat die moontlikheid betwyfel kan word (2, p. 126). Tans kan geen uitspraak in dié verband gegee word nie, en word met enkele opmerkings hieronder volstaan.

In die eerste plek is, soos reeds genoem, matematiiese denke 'n bepaalde vorm van abstrakte denke. Die verowering van Wiskunde-inhoude impliseer egter nie sonder meer abstrakte denke nie, aangesien, soos in paragraaf 4.3.2 aangedui is, Wiskunde-inhoude op 'n begriplose wyse deur blote memorisering "verower" kan word. Indien egter aan Wiskunde-inhoude die betekenis toegeken word dat dit as abstrakte modelle van aspekte van die konkrete werklikheid kan dien, impliseer dit noodwendig abstrakte denke. Sodanige betekenisgewing geld dus as moontlikheidsvoorwaarde vir die realisering van die onderhawige doelstelling.

Tweedens moet in ag geneem word dat aangesien abstrakte en logiese denke spesifiek deur taal gedra word, die ontplooiing van hierdie denke dus in 'n groot mate met taalverwerwing gepaard sal gaan. Die betekenis van sommige taalsimbole (woorde en abstrakte begrippe) wat met 'n relatief hoë niveau van abstrakte denke verband

hou, kan geredelik aan die hand van Wiskunde-inhoude geïllustreer word. As voorbeeld dien die begrippe "noodsaaklike voorwaarde" en "voeldoende voorwaarde" wat waarskynlik uit wiskundige denke ontstaan het. Dat dié begrippe ook by nie-matematiese abstrakte en logiese denke geïmplementeer kan word, blyk byvoorbeeld daaruit dat verowering van Wiskundeleerinhoude as 'n noodsaaklike maar nie-voldoende voorwaarde vir die verwerkliking van doelstellings met Wiskundeonderrig beskryf kan word. Indien Wiskundeonderrig dus onder andere gerig word op die verowering van begrippe soos bostaande wat met 'n bepaalde vlak van abstrakte en logiese denke saamhang, kan dit inderdaad bydra tot die ontplooiing van kinders se abstrakte en logiese denke in die algemeen.

Verskeie Wiskundedidaktici (Vergelyk die werke van Lenné, Polya, Van Zyl, Van Hiele wat in die bibliografie opgeneem is) wys daarop dat formeel-logiese denke soos dit in Wiskunde gemanifesteer word, nie 'n geïsoleerde handeling is nie maar slegs in samehang met intuïtiewe, induktiewe, hipotesestellende denke funksionaliteit verkry. Wagenschein wys daarop dat hierdie feit dikwels in die onderwyspraktyk verontagsaam word, en skryf soos volg in dié verband (8, p. 27):

"..... allerdings (wird) der notwendige Anteil der Phantasie häufig übersehen, auch von denen, die eine höhere Schule besucht haben: sie müßen in der Eile der Stoffbewältigung wohl mehr das Gefühl gehabt haben, die logischen Treppen hinaufgetrieben zu werden, als das Bewusstsein, an ihrem Aufbau mitzuarbeiten."

Betreffende ontplooiing van die bekwaamheid tot ordening, is reeds in paragraaf 3.2.6 daarop gewys dat hierdie doelstelling aan die hand van eie organisasie van sy wiskundige kennis deur die leerling gerealiseer sou kon word. Blote kennismaking met klaargeordende wiskundige stelsels (soos byvoorbeeld Groepe en Liggame, en Vektor-algebra) sou weinig tot die realisering van hierdie doelstelling kan bydra. Die leerling kan immers slegs die geordendheid van 'n stel wiskundige uitsprake herken indien hy ook (en teweens vooraf) met dié uitsprake in minder geordende vorm gekonfronteer word. Met betrekking tot 'n geordende wiskundige stelsel soos Groepe en Liggame sou dit byvoorbeeld beteken dat die leerling met 'n verskeidenheid besondere voorbeelde van Groepe en Liggame vertrou moet raak, en dan gelei moet word tot eie abstrahering van die gemeenskaplike vormlike kenmerk van dié voorbeelde, en selfs tot eie benoeming hiervan as eie formulering van die groeps- en liggaamsaksiomas, en dus eie definiering van die begrippe groepe en liggaam. Uit die aard van die saak sou elke leerling in hierdie verband in 'n

meerdere of mindere mate hulp van die onderwyser moet ontvang. Maar as die leerling nie tog, al is dit 'n geringe eie bydrae tot die ordening lewer nie kan daar geen sprake wees van verowering van ordeningsbekwaamheid nie. Klein het dit reeds in 1909 so gestel (7, p. 289):

"Wissenschaftlich unterrichten kann nur heissen, den Menschen dahin bringen, dass er wissenschaftlich denkt, keineswegs aber, ihm von Anfang an mit einer kalten, wissenschaftlich aufgeputzten systematik ins Gesicht springen."

5.7 ENKELE IMPLIKASIES VAN DIE DOELSTELLINGS OM PROPEDEUSE TOT NASKOOLSE STUDIE TE VERSKAF

Soos reeds in paragraaf 3.2.7 genoem, is die besondere propedeutiese waarde van Wiskundeonderrig hoofsaaklik daarin geleë dat dit kinders kan lei tot verwerping van die bekwaamheid om wiskundige beskrywings van aspekte van die werklikheid begrypend te kan lees. Dit gaan dus by hierdie doelstelling om 'n intensivering van die leerling se bekwaamheid om aan die hand van Wiskunde te kommunikeer (vergelyk paragraaf 3.2.2), spesifiek in dié sin dat die leerling nou in 'n besondere mate in staat moet word om te dematematiseer, selfs op 'n niveau van kompleksiteit waarop hy nie tot matematisering in staat is nie.

Didakties hou dié doelstelling veral die konsekwensie in dat leerlinge geleentheid tot en oefening daarin moet verkry om wiskundige beskrywings van aspekte van die werklikheid (wat ook aspekte van die Wiskunde kan wees) te lees en te interpreteer. In die eietydse praktyk van Wiskundeonderrig hier te lande word nog weinig indien enigiets in dié verband gedoen.

Die realisering al dan nie van hierdie doelstelling sou by eksterne of interne eksaminering geredelik geëvalueer kan word aan die hand van vrae, soortgelyk aan "begripstoetse" by taal-eksamens, wat selfstandige dematematisering van leerlinge vereis.

HOOFSTUK 6

ENKELE MOONTLIKHEDE TOT KONSTRUKTIEWE VERANDERING (VERNUWING) IN DIE ONDERRIG VAN WISKUNDE IN SUID-AFRIKA

6.1 INLEIDENDE OPMERKINGS

Soos reeds in hoofstuk 1 gestel, is dit een van die doelstellings met die onderhawige verslag om vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van Wiskundeonderrig in Suid-Afrika uit te sonder. Dit word in hierdie hoofstuk gedoen na aanleiding van die insigte wat in die vorige hoofstukke aan die orde gestel is.

6.2 VERNUWINGSMOONTLIKHEDE TEN OPSIGTE VAN DIE AMPTELIKE DOELSTELLINGS MET WISKUNDEONDERRIG

'n Vergelyking van die doelstellings wat in hoofstuk 3 gestel is, met die amptelik-geformuleerde doelstellings in die verskillende Wiskunde- en Rekenkundesillabusse wat tans in Suid-Afrika in gebruik is, dui daarop dat vernuwing in die sin van uitbreiding en verfyning ten opsigte van die amptelike doelstellings met Wiskundeonderrig tans wel moontlik is. Vernuwing bloot ten opsigte van die amptelik-geformuleerde doelstellings wat nie gepaard gaan met ooreenstemmende vernuwing ten opsigte van sillabussamestelling, eksaminering en die klaskamergebeure nie, sal uiteraard nie betekenisvol wees nie. Vernuwing ten aansien van die doelstellings met Wiskundeonderrig sal dus slegs segwaarde hê indien dit as uitkoms sou hê die doelbewuste nastrewing van die geformuleerde doelstellings vir die onderwyspraktik.

In hoofstuk 1 is reeds daarop gewys dat vernuwing van Wiskundeonderrig eintlik niks anders kan beteken as 'n meerdere verwerkliking van die opvoedingswaarde daarvan nie. In die lig hiervan spreek dit vanself dat vernuwing in die praktyk van Wiskundeonderrig slegs moontlik is, indien die persone wat die verskillende aspekte van daardie praktyk beoefen, op die hoogte is met die opvoedingswaarde van Wiskundeonderrig, en daadwerklik pogg om dit ten volle te realiseer.

6.3 VERNUWINGSMOONTLIKHEDE TEN OPSIGTE VAN DIE SAMESTELLING VAN WISKUNDESILLABUSSE

Na aanleiding van die insigte wat in hoofstukke 4 en 5 aan die orde gestel is, kan twee vernuwingsmoontlikhede ten opsigte

van die samestelling van Wiskundesillabusse onderskei word, naamlik die volgende:

- (a) 'n Groter mate van ooreenstemming tussen sillabussamestelling en die leergereedheid van kinders op verskillende skoolvlakke, binne die raamwerk van gedifferensieerde onderwys.
- (b) 'n Groter mate van ooreenstemming tussen sillabussamestelling en die doelstellings met Wiskundeonderrig.

Vanweë die toenemende eise wat aan volwassenes ten opsigte van matematiëse bekwaamheid gestel word, kan daar verwag word dat die probleem van leerstofoorlading in die toekoms sal toeneem. In hierdie lig gesien, sal dan ook die belangrikheid van optimale ooreenstemming tussen sillabussamestelling en die leergereedheid van kinders in die toekoms steeds toeneem. Dit spreek vanself dat effektiewe leerstofdifferensiasie 'n voorwaarde is vir optimale ooreenstemming tussen leergereedheid en sillabussamestelling, sodat al die bostaande ook vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van differensiasie impliseer.

Die voorafgenoemde twee vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van sillabussamestelling kan nie afsonderlik geïmplementeer word nie. Implementering van die leerstofimplikasies van verskillende doelstellings by sillabussamestelling, kan slegs effektief met die oog op bevordering van Wiskundeonderrig wees indien dit geskied in ooreenstemming met betroubare gegewens aangaande die leergereedheid van kinders op verskillende skoolvlakke.

Vernuwing ten opsigte van sillabussamestelling moet dus voorafgegaan word deur navorsing aangaande die leerstofimplikasies van doelstellings met Wiskundeonderrig, en aangaande die leergereedheid van kinders op verskillende skoolvlakke, ten opsigte van Wiskunde-inhoude.

6.4 VERNUWINGSMOONTLIKHEDE TEN OPSIGTE VAN GEDIFFERENSIEERDE WISKUNDEONDERRIG

In die voorafgaande uiteensettings is reeds daarop gewys dat differensiering betekenisvol is ten opsigte van die verwerking van doelstellings met Wiskundeonderrig, veral op grond van die onderlinge verskille tussen kinders ten opsigte van wiskundige aanleg, leergereedheid en toekomsgerigtheid. In die lig van sodanige onderlinge verskille, kan ook differensiering ten opsigte van sillabusinhoud en didaktiese vormgewing aan die onderdig bydra tot die meerdere verwerking van doelstellings met Wiskundeonderrig.

Wat sillabussamestelling betref, is differensiering teoreties in tweeërlei opsig moontlik. Eerstens is die verskillende doelstellings met Wiskundeonderrig nie in dieselfde mate betekenisvol vir alle kinders nie (kyk hoofstuk 3). So is ook die moeilikheidsgraad van die leerstof nie dieselfde vir alle kinders nie. Leerlinge beskik byvoorbeeld nie oor dieselfde vermoëns tot logiese en abstrakte denke nie, en sekere leerstof-inhoude sal dus vir sommige kinders meer betekenisvol wees as vir ander. In die lig hiervan kan gedifferensieer word in die sin dat verskillende leerlinge nie deurgaans ten opsigte van dieselfde Wiskunde-inhoude onderrig word nie.

Tweedens verskil die tempo van ontplooiing van die leergereedheid van kinders noodwendig, en kan differensiering op grond hiervan nodig wees selfs vir leerlinge vir wie bepaalde leerstof-inhoude dieselfde betekenis inhou. Sommige leerlinge kan byvoorbeeld reeds in standaard 5 leergereed wees ten opsigte van bepaalde Wiskunde-inhoude, terwyl ander eers in standaard 8 daarvoor gereed sal wees. Ten einde vir dié moontlikheid voorsiening te maak, is differensiering ten opsigte van die verspreiding van inhoud oor die sillabusse vir verskillende standerds nodig. Dit spreek vanself dat die belangrikheid van bogenoemde aspek te wete, tempo, en die implikasies daarvan vir die onderwyspraktiek, slegs geëvalueer en inhoudelik geïnterpreteer kan word op grond van verantwoordbare gegewens aangaande die leergereedheid van kinders.

Dit is nie in hierdie stadium van die RGN se navorsing aangaande Wiskundeonderrig moontlik om afdoende uitsprake te doen met betrekking tot differensieringsmoontlikhede insake didaktiese vormgewing aan die onderrig nie. Sodanige uitsprake sal slegs moontlik wees na voltooiing van die beoogde navorsing met betrekking tot Wiskundedidaktiek en die didaktiese implikasies van die verskillende doelstellings met Wiskundeonderrig. Dit is egter ooglopend dat, vir sover verskillende doelstellings verskillende didaktiese implikasies inhou, differensiering ten opsigte van die nastrewing van bepaalde doelstellings ook differensiasie ten opsigte van onderrigmetodiek impliseer. Differensiering ten opsigte van didaktiese vormgewing kan berus op verskille tussen kinders wat betref leergereedheid en wiskundige aanleg. So byvoorbeeld is dit moontlik dat inoefening van vaardighede by sommige leerlinge meer nodig is as by ander met die oog op toereikende verowering van daardie vaardighede.

Ten slotte word daarop gewys dat differensiering op twee wyses kan plaasvind, naamlik deur min of meer homogene klasgroepeerings, en in die klaskamergebeure self. Vanweë praktiese oorwegings

kan effektiewe differensiering slegs verwerklik word deur van albei differensieringswyses gebruik te maak vir sover dit moontlik is. Aangesien differensiering binne klasverband moeilik realiseerbaar is, veral in gevalle waar sommige klasse as gevolg van leerlinge se besondere vakkeuse en/of op grond van personeel tekort heterogeen gegroepeer is, spreek dit vanself dat sodanige differensiering besondere eise aan die onderwyser stel, veral ten opsigte van die beplanning en ontwerp van die klaskamergebeure. Handboeksamstelling met die oog op differensiering binne klasverband, kan hierdie taak van die onderwyser vergemaklik. In hierdie opsig bestaan daar waarskynlik besondere vernuwingsmoontlikhede ten opsigte van handboeksamstelling in Suid-Afrika.

6.5 VERNUWINGSMOONTLIKHEDE TEN OPSIGTE VAN DIDAKTIESE VORMGEWING AAN WISKUNDEONDERRIG

In die vorige paragraaf is daarop gewys dat vernuwing in verband met differensiasie ook vernuwing ten opsigte van didaktiese vormgewing impliseer. So kan ook vernuwing ten opsigte van die doelstellings bepaalde didaktiese implikasies inhou (kyk hoofstuk 5).

Benewens bostaande, is daar ook die moontlikheid tot vernuwing in didaktiese vormgewing, vanweë die nuwe insigte wat steeds deur die vooruitgang van Didaktiek en meer besonder Wiskundedidaktiek aan die orde gestel word. As sodanig is dit nodig dat vernuwingsmoontlikhede onder die aandag van onderwysers gebring kan word. Daar is reeds op gewys dat formele en informele opleiding, sowel as die samstelling van Wiskundehandboeke as kanale kan dien waarlangs moontlikhede tot vernuwing in didaktiese vormgewing onder die aandag van onderwysers gebring kan word. Formele en informele vakdidaktiese opleiding kan egter slegs plaasvind vir sover insigte aangaande die vakdidaktiek gesistematiseer en eksplisiet geformuleer is. Ten einde hiertoe by te dra, beoog die RGN om mettertyd 'n verslag of verslae aangaande die didaktiek van Wiskundeonderrig te publiseer.

6.6 VERNUWINGSMOONTLIKHEDE MET BETREKKING TOT HANDBOEKSAMSTELLING

Daar is reeds op gewys dat vernuwing ten opsigte van differensiering en didaktiese vormgewing onder andere deur middel van handboeksamstelling geïmplementeer kan word. Sistematisering en formulering van insigte aangaande didaktiese vormgewing, en

spesifieke sake soos leerstofordening, kan lei tot die daarstelling van kriteria vir die samestelling van handboeke, en dus tot vernuwing in hierdie verband. Daar is reeds gewys op die besondere plek van die opdrag (oefening) as onderrigmedium vir Wiskunde, en dat die onderwyser gewoonlik van oefeninge uit handboeke gebruik maak. Handboeksamestelling is dus veral ten opsigte van hierdie aspek belangrik, en nuwe, geformuleerde insigte aangaande die implementering van die opdrag by Wiskundeonderrig sal dus uiteraard vernuwingsoomptikhede ten opsigte van die samestelling van Wiskundehandboeke inhou.

6.7 VERNUWINGSMOONTLIKHEDE TEN OPSIGTE VAN EKSAMINERING

In paragraaf 4.2.3 is daarop gedui dat indien eindeksamens slegs daarop toegespits is om die mate waartoe kinders Wiskunde-inhoude verower het, te evalueer, dit daartoe kan aanleiding gee dat die verwerking van die inhoude met die oog op die realisering van doelstellings in die onderwyspraktyk verwaarloos kan word. Vernuwing ten opsigte van die aard en samestelling van eindeksamens kan dus tot vernuwing ten opsigte van die nastrewing van doelstellings in die onderwyspraktyk lei.

Dit is moeilik om die mate waartoe verskillende doelstellings met Wiskundeonderrig in die onderwyspraktyk verwerklik is deur middel van geskrewe eksamens te evalueer. Tog behoort dit moontlik te wees om deur middel van navorsing tot betekenisvolle insigte in dié verband te kom en sodoende vernuwing moontlik te maak.

6.8 VERNUWINGSMOONTLIKHEDE TEN OPSIGTE VAN DIE OPLEIDING VAN ONDERWYSERS

In paragraaf 6.5 is daarop gewys dat onderwysersopleiding as weg kan dien vir die implementering van vernuwing ten opsigte van didaktiese vormgewing, maar dat sistematisering en formulering van nuwe vakdidaktiese insigte 'n voorvereiste hiervoor is. Navorsing aangaande didaktiese vormgewing sal dus tot vernuwingsoomptikhede ten opsigte van die aanvanklike opleiding en indiensopleiding van onderwysers lei.

Vanweë die feit dat die aard en betekenis van Wiskunde besondere didakties-pedagogiese implikasies inhou, word besondere eise aan die wiskundige opleiding van Wiskundeonderwysers gestel. Dit is moontlik dat die wiskundige opleiding wat onderwysers tans ontvang, nie optimaal aan hierdie eise voldoen nie, en dat ver-

nuwing in hierdie verband dus monlik is. Navorsing aangaande die didakties-pedagogiese implikasies van die aard en betekenis van Wiskunde sal lig op hierdie saak werp.

HOOFSTUK 7

AFBAKENING VAN RELEVANTE NAVORSINGSTERREINE MET DIE OOG OP DIE KONSTRUKTIEWE VERANDERING VAN WISKUNDEONDERRIG

7.1 INLEIDENDE OPMERKINGS

Die belangrikste oogmerk met die onderhawige verslag is die sinvolle en realistiese afbakening van navorsingsterreine, met die oog op konstruktiewe verandering van Wiskundeonderrig in Suid-Afrika. In die lig hiervan en aan die hand van die voorafgaande uiteensettings, word in die volgende paragrawe 'n aantal navorsingsprojekte omlin. Op grond van die voorafgaande uiteensettings is die uitvoering van hierdie navorsingsprojekte essensieel met die oog op betekenisvolle vernuwing.

7.2 NAVORSING AANGAANDE DIE IMPLIKASIES VAN VERSKILLENDE DOELSTELLINGS BY SILLABUSSAMESTELLING

In hoofstukke 3 en 5 is daarop gewys dat daar nie sonder meer uitspraak gegee kan word oor die leerstofimplikasies van die doelstellings met Wiskundeonderrig nie. Met die oog daarop om kriteria daar te stel aan die hand waarvan sillabussamestelling kan plaasvind, is dit noodsaaklik dat duidelikheid verkry word oor die leerstofimplikasies van die verskillende doelstellings met Wiskundeonderrig. Die sentrale tema van sodanige navorsing sal wees om vas te stel aan die hand van watter Wiskunde-inhoude bepaalde doelstellings met Wiskundeonderrig optimaal gerealiseer kan word.

Die navorsing sal hoofsaaklik van teoretiese aard wees, naamlik besinning aangaande die betekenis en moontlike pedagogiese betekenis van verskillende Wiskunde-inhoude. Dit is egter moontlik dat empiriese ondersoeke aan die hand van vraelyste lig kan werp op aspekte van die betekenis van Wiskunde-inhoude. So byvoorbeeld kan vraelyste aan die dosente van verskillende vakke (waarin Wiskunde geïmplementeer word) aan universiteite en ander tersiêre inrigtings waardevolle gegewens aan die lig bring met betrekking tot die leerstofimplikasies van verskillende doelstellings met Wiskundeonderrig.

Daar word beoog dat die onderhawige navorsing sal lei tot aanbevelings aangaande die inhoudelike samestelling van Wiskunde-sillabusse, met inagnome van differensiasiemoontlikhede, en in

ooreenstemming met die resultate van navorsing aangaande die leergereedheid van kinders.

7.3 NAVORSING AANGAANDE DIE LEERGEREEDHEID VAN KINDERS TEN OPSIGTE VAN WISKUNDE-INHOUDE OP VERSKILLENDE SKOOLVLAKKE

7.3.1 Motivering

Nie net die teorie nie, maar ook die ervaring leer met betrekking tot die noodsaaklikheid dat by seleksie en ordening van leerstof-inhoude vir sillabussamestelling, die leergereedheid van elk op verskillende skoolvlakke in aanmerking geneem moet word. Eerstens het 'n oorskryding van die perke wat deur die leergereedheid van kinders gestel word, klaarblyklik nadelige implikasies ten opsigte van die verwerkliking van doelstellings met Wiskunde-onderrig, en kan dit lei tot die verontagsaming van pedagogies-verantwoordbare doelstellings daarmee, byvoorbeeld deurdat die onderrig bloot gerig word op die verowering en meganiese reproduksie van Wiskunde-inhoude, sonder dat leerlinge daaraan enige betekenis gee. Aan die ander kant het 'n onderskating van die leergereedheid van kinders die implikasie dat doelstellings met Wiskunde-onderrig nie optimaal verwerklik word nie.

In die lig van bostaande is dit noodsaaklik dat veral sillabus-samestellers oor verantwoordbare gegewens aangaande die leergereedheid van kinders op verskillende skoolvlakke ten opsigte van Wiskunde-inhoude beskik. In die volgende paragraaf word enkele probleme met betrekking tot die verkryging van sodanige gegewens bespreek.

7.3.2 Enkele probleme verbonde aan die verantwoordbare verkryging van gegewens aangaande die leergereedheid van kinders

Leergereedheid ten opsigte van 'n bepaalde leerinhoud impliseer die bekwaamheid om die betrokke inhoud op sodanige wyse te verower dat die pedagogiese betekenis daarvan gerealiseer kan word. Leergereedheid impliseer dus nie net die bekwaamheid om 'n bepaalde leerinhoud te leer ken nie, maar ook en veral om bepaalde betekenis daaraan te heg (verwerking) en daardeur aan gevormdheid te wen, in ooreenstemming met die nagestrewde doelstellings met Wiskunde-onderrig.

In die lig van bostaande is die mees verantwoordbare metode om die leergereedheid van kinders op 'n bepaalde skoolvlak ten opsigte van spesifieke leerinhoud te ondersoek, die onderrig van 'n aantal leerlinge op die betrokke skoolvlak ten opsigte van die betrokke leerinhoud, en evaluering van die leereffek wat daardeur bereik word. Enige ondersoekmetode wat die onderriggebeure buite die eksperimentele opset laat, sou 'n verlies aan verantwoordbaarheid van die verkreeë gegewens as beskrywing van die leergereedheid van kinders impliseer. Ten opsigte van die bogenoemde ondersoekmetode bestaan daar egter enkele probleme wat hieronder bespreek word.

Leereffek is uiteraard nie slegs die resultaat van die leergereedheid van kinders nie, maar word ook moontlik gemaak deur die aard van die didaktiese gebeure wat deur die onderwyser ontwerp en gefinisieer word. So gesien sal die aard van die onderrig dus by die evaluering van leergereedheid in aanmerking geneem moet word. Die enigste wyse waarop dit kan geskied, is om die onderrigmetodiek van onderwysers wat by 'n empiriese ondersoek aangaande leergereedheid betrek word, te kontroleer. Sodanige kontrolering kan waarskynlik slegs op 'n toereikende wyse geskied deur enersyds die onderrigmetodiek in breë trekke voor te skryf, en andersyds deur die metodiek wat werklik deur die betrokke onderwysers gevolg word, in oorweging te neem.

Vanweë die onderlinge verskille tussen kinders met betrekking tot leergereedheid is die implementering van gegewens aangaande leergereedheid by sillabussamestelling 'n problematiese aangeleentheid. Aangesien differensiasie juis gemik is op die oplossing van hierdie probleem, sal gegewens aangaande die onderlinge verskille tussen leerlinge ten opsigte van leergereedheid, betekenisvol wees ten opsigte van die implementering van differensiasie.

'n Verdere probleem is dat die leergereedheid van kinders onder andere van hul voorkennis afhang. Aangesien voorkennis ten dele bepaal word deur die onderrig wat leerlinge ontvang het, kan uitsprake aangaande leergereedheid nooit finaal wees nie, maar is dit noodwendig relatief met verwysing na die voorkennis waaroor leerlinge beskik.

7.3.3 Moontlike navorsingsprogram ten opsigte van leergereedheid

In die lig van die voorafgaande is dit duidelik dat verantwoordbare gegewens aangaande leergereedheid slegs in gekontroleerde klaskamersituasies bekom kan word. 'n Aantal skole en onderwysers sal dus noodwendig by sodanige navorsing betrek word. Ten einde

minimale ontwrigting van die normale Wiskundeonderrig in die betrokke skole te verseker, sal dit sinvol wees om die inhoud ten opsigte waarvan navorsing op 'n bepaalde skoolvlak gedoen word, oor 'n aantal skole te versprei. 'n Volledige navorsingsprogram kan uiteraard slegs in samewerking met die onderwysdepartemente beplan word.

7.4 NAVORSING AANGAANDE DIE DIDAKTIEK VAN WISKUNDEONDERRIG

Daar is reeds telkens in hierdie verslag gewys op die noodsaaklikheid van navorsing aangaande die didaktiek van Wiskundeonderrig, sodat hier slegs aandag gegee sal word aan die moontlike vorms wat sodanige navorsing kan aanneem, sowel as die problematiek verbonde aan die uitvoering van sodanige navorsing.

By navorsing in verband met die didaktiek van Wiskundeonderrig sal dit uiteraard gaan om vas te stel wat die onderwyser in die klaskamer moet doen ten einde verskillende doelstellings te verwirklik. So gesien sal die klem dan moet val op aangeleenthede soos die verowering van Wiskundeleerinhoud deur kinders, die aktualisering van hulle leerintensie ten opsigte van Wiskundeleerinhoud, en betekenisgewing aan Wiskundeinhoud deur leerlinge. Dit gaan dus implisiet ook oor die vraag aan watter voorwaardes voldoen moet word ten einde kinders effektief te laat leer. ●

In die geheel gesien kan daar op twee maniere te werk gegaan word in die aanpak van probleme soos bogenoemde. In die eerste plek kan vanuit een of ander standpunt, of op grond van een of ander teorie, besin word aangaande die vraagstukke. In die tweede plek kan of sodanige teorie of hipoteses in klaskamers geïmplementeer, en die geldigheid daarvan geëvalueer word in die lig van die mate waartoe die nagestrewde doelstellings met Wiskundeonderrig sodoende verwerklik word. Teoretiese besinning moet dus noodwendig empiriese navorsing aangaande didaktiese vormgewing aan die onderrig voorafgaan. In die lig hiervan word beoog dat navorsing aangaande die teorie van die onderrig van Wiskunde deur die RGN uitgevoer sal word, op grond waarvan mettertyd aanbevelings gemaak sal word aangaande empiriese navorsing, wat noodwendig deur, of in samewerking met die onderwysdepartemente uitgevoer sal moet word.

7.5 NAVORSING AANGAANDE DIE OPLEIDING VAN ONDERWYSERS

Navorsing aangaande die opleiding van Wiskundeonderwysers sal noodwendig daarop gerig wees om uiteindelik aanbevelings insake

opleiding aan die onderwysdepartemente en universiteite te maak. Ten einde sodanige aanbevelings te kan maak, sal dit nodig wees om uitspraak te lewer ten opsigte van die wiskundige en didaktiese bekwaamheid waarvoor Wiskundeonderwysers moet beskik. Sodanige uitspraak sal noodwendig onder andere moet berus op die resultate van navorsing aangaande die leerstofimplikasies van verskillende doelstellings met Wiskundeonderrig, asook met betrekking tot die metodiek van Wiskundeonderrig.

Na aanleiding van die uiteensettings wat in hoofstuk 2 en in paragraaf 4.2.5 gegee is, is dit duidelik dat verdere navorsing aangaande die pedagogiese implikasies van die aard en betekenis van Wiskunde ook tot aanbevelings in verband met onderwysersopleiding kan lei.

7.6 NAVORSING MET BETREKKING TOT HANDBOEKSAMESTELLING

In paragraaf 4.2.4 is daarop gewys dat handboeksamstelling as 'n besondere effektiewe weg kan dien waarlangs vernuwing ten opsigte van die metodiek van Wiskundeonderrig gefinisieer kan word. Die navorsing aangaande metodiek (kyk paragraaf 7.4) sal noodwendig tot aanbevelings met betrekking tot die samestelling van handboeke lei. In die lig van die besondere betekenis van handboeksamstelling as weg waarlangs vernuwing gefinisieer kan word, word egter beoog dat 'n afsonderlike verslag in verband met handboeksamstelling gepubliseer sal word. In sodanige verslag sal besondere aandag geskenk word aan metodologiese aangeleenthede soos leerstofordening, tempo van aanbieding, selfstudie deur leerlinge aan die hand van geskrewe uiteensettings, en die besonder belangrike aspek van opdragte of oefeninge as leer- en onderrigmedium.

7.7 NAVORSING AANGAANDE EKSAMINERING

In paragraaf 4.2.3 is daarop gewys dat, afgesien van die evalueringsfunksie van indeksamens, die aard en samestelling van indeksamenvraestelle besonder betekenisvol is ten opsigte van die nastrewing en verwerkliking van doelstellings met Wiskundeonderrig in die onderwyspraktyk. Indien die mate waartoe die indeksamens as effektiewe evalueringsmedium vir die verwerkliking van doelstellings kan dien, verhoog kan word, kan meer doelbewuste en effektiewe nastrewing van doelstellings in die onderwyspraktyk daaruit voortvloei. Navorsing aangaande die wyse waarop die verwerkliking van doelstellings met Wiskundeonderrig, skriftelik geëvalueer kan word, kan dus besonder betekenisvol

wees met die oog op vernuwing in Wiskundeonderrig. Hiermee word nie geïmpliseer dat dit noodwendig moontlik is om die mate waartoe die doelstellings in die onderwyspraktik verwerklik word, op 'n ten volle verantwoordbare wyse deur middel van 'n skriftelike eksamen te evalueer nie. Wel word geïmpliseer dat dit moontlik is dat die mate waartoe eindeksaminering onderwysers kan motiveer om bepaalde doelstellings met Wiskundeonderrig na te streef, verhoog kan word. Navorsing in hierdie verband sal hoofsaaklik gerig wees op die ontwerp van tipes opdragte (probleme, eksamenvrae) wat met die verwerking van doelstellings in verband staan. Dit is byvoorbeeld moontlik dat, ten opsigte van die doelstelling om kinders te lei tot ontbloeiing van hulle kommunikasievaardighede, 'n opdragtipe soortgelyk aan begripstoetse soos by taaleksaminering gebruik word, van besondere evalueringbetekenis kan wees; en dat die insluiting van sodanige vrae onderwysers daartoe kan lei om die genoemde doelstelling doelbewus na te streef.

Uit die aard van die saak is ook interne eksaminering as wyse van evaluering eensydig met die oog op promosie en differensiasie, en andersydig met die oog op voortdurende herbeplanning van die onderrig in die lig van leerprestasies, 'n saak van besondere belang. Navorsing in dié verband, waarin die klem veral sou kon val op evaluering van leergereedheid (as kriterium vir promosie en differensiasie) en die identifisering van leerprobleme, sou dus ook van besondere betekenis kon wees.

7.8 NAVORSING AANGAANDE DIE DIDAKTIESE-PEDAGOGIESE IMPLIKASIES VAN DIE AARD EN BETEKENIS VAN WISKUNDE

Aan die hand van die oorsigtelike beskouing van die aard en betekenis van Wiskunde en die didaktiese-pedagogiese implikasies daarvan, wat in hoofstukke 2 en 3 van hierdie verslag aangebied is, is dit duidelik dat verdere navorsing in hierdie verband betekenisvol sal wees met die oog op meerdere insigte ten opsigte van die pedagogiese betekenis van Wiskunde, en die didaktiese opdragte verbonde aan die verwerking van sodanige betekenis in die onderwyspraktik. Soos reeds gestel, kan sodanige navorsing ook lei tot ontdekking van vernuwingsoortlikhede ten opsigte van die wiskundige opleiding van onderwysers.

7.9 NAVORSING AANGAANDE DIE AANSLUITING TUSSEN DIE SKOOL EN TERSIËRE OPLEIDING

In die lig van die feit dat Wiskundeonderrig ook propedeutiese waarde kan hê (vergelyk paragraaf 3.2.7), kan dit van betekenis

wees om navorsing te doen aangaande die bydrae wat Wiskundeonder-
rig op skoolvlak kan lewer tot die sukses waarmee studente op
tersiêre vlak hul studie, nie net van Wiskunde nie maar ook van
ander studierigtings waarin Wiskunde as kommunikasie- en/of
navorsingsmedium ter sprake kom, kan aanpak. Sodanige navorsing
sou nie net riglyne vir die beplanning van Wiskundeonderrig op
skoolvlak kon oplewer nie; maar ook, deur aanduiding van wat in
die skool bereik kan word en inderdaad bereik word, vir die
beplanning van aanvangs-onderrig op tersiêre vlak.

7.10 AANBEVELINGS

Daar word aanbeveel dat -

- (1) die navorsingsprogram wat in hoofstuk 7 uiteengesit is, deur
die RGN in samewerking met die verskillende onderwysdeparte-
mente en universiteite geloods word, en,
- (2) dat die doelstellings met Wiskundeonderrig wat in hoofstuk 3
uiteengesit is, as amptelike doelstellings met Wiskunde=
onderrig aanvaar word deur die instansies wat vir sillabus=
samestelling verantwoordelik is, en dat die nodige stappe
mettertyd gedoen sal word om die daadwerklike nastrewing
van hierdie doelstellings in die praktyk van Wiskunde=
onderrig in Suid-Afrika en in Suidwes-Afrika te bewerk=
stellig.

8 SLOTOPMERKING

Die grondgedagte waarop die onderhawige verslag berus, is dat
vernuwing in Wiskundeonderrig slegs "verbetering" kan impliseer
indien dit daartoe lei dat hierdie onderrig meer betekenis verkry
as weg waarlangs kinders tot volwaardige volwassenheid opge-
voed kan word. Die hoop word uitgespreek dat hierdie verslag
insake die doelstellings met Wiskundeonderrig uiteindelik tot
spesifieke aanbevelings aangaande die samestelling van gedifferen-
sieerde Wiskundesillabusse, Wiskundehandboeke, die opleiding
van Wiskundeonderwysers en eksamineringspraktyke sal lei, en dat
dit ook daartoe sal bydra dat vernuwing in Wiskundeonderrig in
Suid-Afrika doelgerig beplan en geïmplementeer sal word.

L I T E R A T U U R L Y S

A. AANGEHAALDE WERKE

1. BELL, E.T. The development of mathematics. 2nd ed. McGraw-Hill, 1945.
2. LENNÉ, Helge. Analyse der Mathematikdidaktik in Deutschland. Stuttgart, Ernst Klett Verlag, 1969.
3. STEINER, Hans-Georg. Some aspects of a modern pedagogy of mathematics. Mathematics Teacher 63(5), May 1970, p. 441.
4. TERBLANCHE, S.S. en VAN DER WESTHUIZEN, A.I. Die vraag na en aanbod van Blanke Mannekrag, 1973. Pretoria, Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Mannekragnavorsing, 1969. (Verslag nr. MM 25).
5. WHEELER, David. Editorial. Mathematics Teaching 44. Autumn 1968, p. 40.
6. STEINER, Hans-Georg. Mathematik und Bildung. Grundlagen der Mathematik, 1972, p. 328.
7. KLEIN, Felix. Elementarmathematik vom höheren Standpunkt aus. Springer, Stuttgart, 1925.
8. WAGENSCHHEIN, Martin. Ursprüngliches Verstehen und Exaktes Denken. vol. 1, Stuttgart, Ernst Klett Verlag, 1968.

B. GERAADPLEEGDE WERKE

1. BELL, E.T. Men of mathematics. London, Victor Gollancz, 1937.
2. BRANDENBURG, W. J. Modernisering van het wiskunde-onderwijs. Groningen, Wolters-Noordhoff, 1968.

3. CATTEGNO, Caleb, et al. Zur Didaktik des Mathematikunterrichts, Band 1: Neue Ansätze. Hannover, Schroedel Verlag, 1969.
4. CATTEGNO, Caleb, et al. Zur Didaktik des Mathematikunterrichts, Band 2: Untersuchungen über Unterrichtsmaterialien. Hannover, Schroedel Verlag, 1971.
5. COURANT, R. and ROBBINS, H. What is mathematics? London, Oxford University Press, 1941.
6. GRÄSSER, H.S.P. Enkele gedagtes oor die onderrig van Wiskunde. Spectrum 9(3), Oktober 1971: 205-211.
7. HOBGEN, Lancelot. Mathematics for the million. London, George Allen and Unwin, 1936.
8. KHINCHIN, A.Ya. The teaching of mathematics. (Uit Russies vertaal deur W. Cochrane en D. Vere-Jones) London, English University Press, 1968.
9. KLINE, Morris M. Mathematics, a cultural approach. Reading, Mass., Addison-Wesley, 1962.
10. KLINE, Morris M. Mathematics and the physical world. London, John Murray, 1960.
11. LAND, F.W. (ed.) New approaches to mathematics teaching. London, MacMillan, 1963.
12. LANDMAN, W.A. en GOUS, S.J. Inleiding tot die fundamentele pedagogiek. Johannesburg, APB, 1969.
13. POLYA, G. How to solve it. Ind. ed. New York, Doubleday and Co., 1957.
14. POLYA, G. Mathematical discovery. Vols. 1 and 2. New York, Wiley, 1962.
15. POLYA, G. Mathematics and plausible reasoning. Vols. 1 and 2. Princeton University Press, 1954.
16. O.E.C.D. Royamont seminar on mathematics teaching: New Thinking in School Mathematics. Paris, Organization for economic co-operation and development, 1961.

17. SMITH, David Eugene. A source book in mathematics.
Vols. 1 and 2. New York, Dover, 1959.
18. THWAITES, Bryan (ed.) On teaching mathematics.
London, Pergamon Press, 1961.
19. VAN DER STOEP, F. en O.A. Didaktiese oriëntasie.
Pretoria, Academica, 1968.
20. VAN DER STOEP, F. Didaktiese grondvorme. Pretoria,
Academica, 1969.
21. VAN DER STOEP, F. Taalanalise en taalevaluering as
pedagogies-didaktiese diagnostiseringsmetode.
Pretoria, HAUM, 1965.
22. VAN DYK, C.J. Vanaf vorming (Bildung) tot eksemplariese
onderrig en leer. Pretoria, 1970. D.Ed.
Universiteit van Pretoria.
23. VAN SCHOOR, J.A.M. Die nuwe benadering tot laerskool=
wiskunde. Stellenbosch, 1969. M.Ed.,
Universiteit van Stellenbosch.
24. VAN HIELE, P.M. De problematiek van het inzicht.
Amsterdam, Meulenhoff, 1959.
25. VAN ROOY, A.J. Die onderwys van Wiskunde, Algemene
Wiskunde en Rekenkunde aan die openbare middelbare
en hoërskole vir Blankes in Suid-Afrika. Pretoria,
Nasionale Buro vir Opvoedkundige en Maatskaplike
Navorsing, 1965. (Navorsingsreeks nr. 24.)
26. VAN ROOY, A.J. Die wiskundige funksiebegrrip en
funksionele denke. Johannesburg, APB, 1964.
27. VAN ZYL, A.J. Mathematics at the cross-roads.
Cape Town, Maskew Miller, 1942.
28. WANSINK, J.H. Didactische oriëntatie voor wiskunde=
leraren. Delen 1, 2 en 3. Groningen, Wolters-
Noordhoff, 1971.

RGN-PUBLIKASIES SEDERT 1 JULIE 1974

HSRC PUBLICATIONS SINCE 1 JULY 1974

'n Volledige lys van RGN-publikasies is op aanvraag verkrygbaar. Eksemplare van publikasies wat uit druk is, kan deur biblioteek-dienste verkry word.

A complete list of HSRC publications is available on request. Copies of publications which are out of print can be obtained through library services.

GESKIEDENIS/HISTORY

Genealogy Publication No. 2/Hiller, V.W./The descendants of Richard and Maria Peacock 1820 Settlers/1974/R3,15

Source Publication No. 2/Brits, J.P./Diary of a National Scout P.J. du Toit 1900-1902/1974/R5,30

INLIGTING/INFORMATION

IN-20/Coetzee, C.J.S. en Caroline Geggus/Tersière opleiding buite die universiteit en beroepsgeleentehede/RGN Voorligtingsreeks VR-4/1973/R4,35 (Uit druk)

IN-20/Coetzee, C.J.S. and Caroline Geggus/Tertiary training outside universities and career opportunities/HSRC Guidance Series GS-4/1973/R4,35

IN-22/Coetzee, C.J.S. en Geggus, C./Opleiding en beroepsgeleentehede vir skoolverlaters voor standaard tien/1974/RGN Voorligtingsreeks VR-3/R3,10

IN-22/Coetzee, C.J.S. and Geggus, C./Training and career opportunities for school-leavers before Standard Ten/1974/HSRC Guidance Series GS-3/R3,10

IN-23/Welman, A.K./Handleiding by die tegniese versorging van verslae en persklaarmaking van drukwerk/1975/R1,95 (Uit druk)

IN-24/Stimie, C.M./The education of Whites in the Republic of South Africa/1975/R3,00

MANNEKRAG/MANPOWER

MM-50/Meij, L.R. en Strauss, F./Die akkulturasie van die Zoeloe-ondernemer in Kwa-Zulu/1974/R1,85

MT-20/Roos, W.L./Projek Talentopname: Navorsingsbevindinge
- 1973/1974/R0,65

MT-20/Roos, W.L./Project Talent Survey: Research Findings
- 1973/1974/R0,80

MT-21/Smith, F.B./Leerlinge met fisieke gebreke en kwale/
1974/R1,50

MT-22/Marais, F.A.J./Leerlinge met hartprobleme: 'n Psigo=
logies-pedagogiese ondersoek/1974/R1,90

MT-23/Engelbrecht, S.W.B./Akademiese prestasie van intellek=
tueel bogemiddelde leerlinge: Deel drie/1974/R3,35

MT-24/Roos, W.L./Die 1969-Talentopnametoetsprogram/1975/
R1,85

MT-25/Marais, F.A.J./Die asmatiese hoërskoolkind: 'n Psigo=
logies-pedagogiese ondersoek/1974/R4,65

MT-26/Engelbrecht, S.W.B./Akademiese prestasie van intellek=
tueel bogemiddelde leerlinge: Deel vier/1975/R2,45

MT-27/Smith, F.B./Children from broken homes: An empirical
study/1974/R1,90

MT-28/Horne, T.J./Afrikaanssprekende leerlinge wat swak spel:
'n Empiriese ondersoek/1974/R3,30

NAVORSINGSONTWIKKELING/RESEARCH DEVELOPMENT

NAVORSINGSBULLETIN/Verskyn tien keer per jaar
RESEARCH BULLETIN/Ten issues per annum

Kwic-index van Navorsingsbulletins, Volume 3/1973
Kwic Index of Research Bulletins, Volume 3/1973

RSA 2000 Gesprek met die toekoms/Verskyn twee keer per jaar
RSA 2000 Dialogue with the future/Two issues per annum

OPVOEDKUNDE/EDUCATION

O-17/Strydom, A.E./Die doeltreffende beplanning en benut=
ting van skoolterreine vir buitemuurse aktiwiteite Deel een/
1973/R3,25

O-18/Strydom, A.E./Die doeltreffende beplanning en benutting van skoolterreine vir buitemuurse aktiwiteite Deel twee/1973/R6,10

PSIGOMETRIKA/PSYCHOMETRICS

P-9/Oosthuizen, S./Ontwerp en standaardisering van die intermedieë persoonlikheidsvraelys vir Indiërleerlinge in standerds ses tot agt/1974/R1,80

P-10/Erasmus, P.F./A survey of the literature on Bantu personality with particular reference to TAT and depth perception investigations/1975/R2,20

SOSIOLOGIE, DEMOGRAFIE, KRIMINOLOGIE/SOCIOLOGY, DEMOGRAPHY, CRIMINOLOGY

S-28/Mostert, W.P. and Malherbe, W.S./Fertility and family planning among Indians in Chatsworth, Durban/1974/R2,80

S-29/Schmidt, J.J./Die sjebeen in 'n Bantoe-stedelike gemeenskap/1974/R2,55

S-30/Strijdom, H.G. en Smith, H.E./Die sorgbehoewende kind - Deel 1: Agtergrond en vorms van benadeling/1974/R1,75

S-32/Lötter, J.M. en Du Plessis, J.L./Aspekte van die sosio-ekonomiese posisie van die Indiërgemeenskap in Transvaal: Statistiese gegewens/1974/R2,15

S-33/Schmidt, J.J. en Botha, P.A./Die drinkpatroon van die Bantoe in 'n stedelike gebied/1974/R3,20

S-34/Van Tonder, J.L. and Van Eeden, I.J./Abridged life tables for all the population groups in the Republic of South Africa (1921-70)/1975/R2,90

S-35/Schurink, W.J./'n Ekologiese analise van misdaad in Pretoria 1969-1971/1975/R2,65

STATISTIEK/STATISTICS

WS-9/Van Rensburg, F.A.J./Graduation trends for Whites at South African universities 1956-1972, with projections to 1990/1974/R4,60

WS-12/Soskolne, Colin L./A computerised statistical census relating to university education: A group of science and engineering students, University of the Witwatersrand, 1970/1974/R1,45

TAAL, LETTERE EN KUNS/LANGUAGES, LITERATURE AND ARTS

Rosalie Botha/Bronnegids vir Toneel, Ballet, Rolprente en Hoorspele Nuwe reeks, deel II 1971 - Source guide for Drama, Ballet, Films and Radio Plays, New Series, volume II 1971/1974/R4,05

Yvonne Huskisson/The Bantu Composers of Southern Africa - Supplement/1974/R3,15

Lois Albertyn/Bronnegids by die studie van die Afrikaanse Taal en Letterkunde, Nuwe Reeks, deel 2 (1971)/1974/R3,45

Rosalie Botha/Bronnegids vir Toneel, Ballet, Rolprente en Hoorspele, Nuwe Reeks, deel III (1972)/1974/R4,70
Source Guide for Drama, Ballet, Films and Radio Plays, New series, volume III (1972)/1974/R4,70

PUBLIKASIES WAT DEUR DIE RGN ONDERSTEUN WORD/PUBLICATIONS SUPPORTED BY THE HSRC

Van der Merwe, F.Z./Suid-Afrikaanse Musiekbibliografie/Tafelberg, 1974

Hunt, K.S./Sir Lowry Cole - A study in Colonial Administration/Butterworth & Co. (SA) (Pty.) Ltd., Durban, 1974

Nuwe Testamentiese Werkgemeenskap van Suid-Afrika/Aspekte van die Nuwe Testamentiese Hermeneutiek (Neotestamentica 4 1970)/RGN Publikasiereeksnommer 35/Universiteit van Pretoria, 1974

Mouton, D.J./The behaviour of the firm and the problem of restrictive trade practices/HSRC Publication Series Number 44/J.L. van Schaik Ltd., Pretoria, 1974

Oosthuizen, G.C./The great debate: Abortion in the S.A. Context/HSRC Publication Series Number 47/Howard Timmins, Cape Town, 1974

Kruger, D.W./Die ander oorlog - Die stryd om die openbare mening in Engeland gedurende die Tweede Vryheidsoorlog/RGN Publikasiereeksnommer 49/Tafelberg-uitgewers, 1974

Shaw, E.M. and Van Warmelo, N.J./The Material Culture of the Cape Nguni, Technology Part 2/Annals of the South African Museum, P.O. Box 61, Cape Town, 1974

Van Jaarsveld, F.A./Vaalrivier: Omstrede Grenslyn/RGN Publikasiereeksnommer 42/Perskor-Uitgewery, 1974

Van Warmelo, P. (Red.)/Tydskrif vir Hedendaagse Romeins-Hollandse Reg - Gekonsolideerde Register, 1937-1967/Butterworths, Durban, 1972

Beeton, D.R./Olive Schreiner: A short guide to her writings/HSRC Publication Series Number 51/Howard Timmins, Cape Town, 1974

Floor, L./Die koninkryk van God en die vernuwung van die Maatskappy/RGN Publikasiereeksnommer 50/Pro Rege, Potchefstroom, 1974

Van Jaarsveld, S.R./Die leerstuk van ratifikasie in die Suid-Afrikaanse Verteenwoordigingsreg/HAUM, Kaapstad en Pretoria, 1974

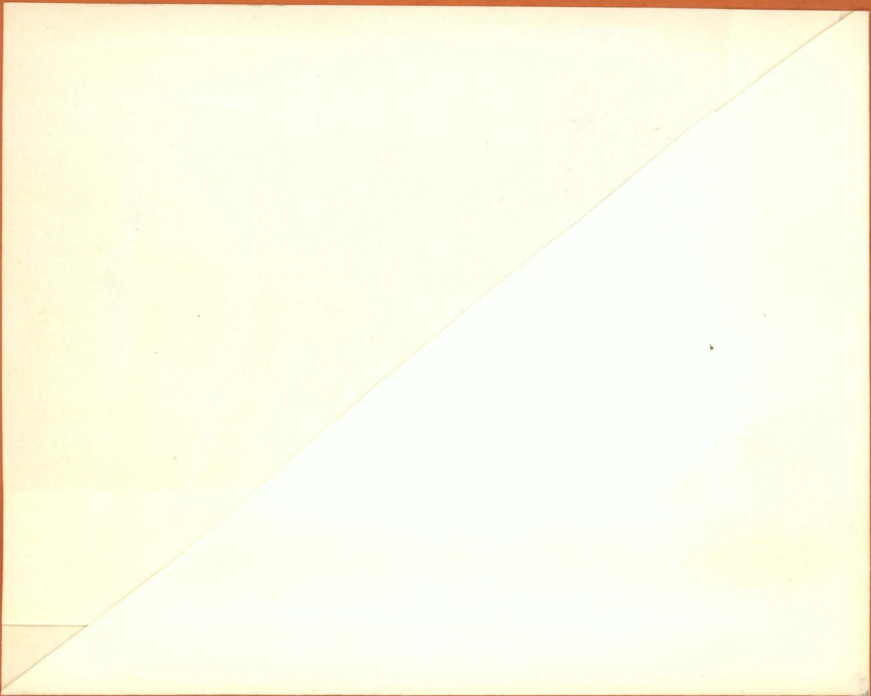
S.A. Archeological Society/Progress in later Cenozoic Studies in South Africa/Goodwin Series No. 2/P.O. Box 31, Claremont, Cape, 1974/R3,00

Van Rensburg, F.I.J. (Red.)/Die kunswerk as taal/RGN Publikasiereeksnommer 46/Tafelberg-Uitgewers, 1975

Wiechers, G./Information processing. The needs of Society and its challenge to education/The Computer Society of S.A., P.O. Box 1207, Johannesburg, 1974

14/7/77

RCM
LIBRARY
HSRG
LIBRARY



ISBN 0 86965 244 3