

05302711



182571819F



RGN-HSRC

RGN-BIBLIOTEK

HSRC LIBRARY

VERVALDATUM/DATE DUE

Sl. No.	1992
1983 -03- 3 1	
1984 -01- 3 8	
1985 -08- 3 0	
1985 -11- 2 9	
1985 -11- 2 9	
1986 -04- 3 0	
1986 -08- 1 4	
1987 -06- 5	
05 APR 1988	
1988 -07- 2 5	

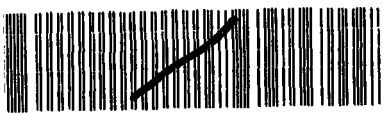
13/1/88

001.3072068 HSRC EDUC 12



* 0 0 2 7 6 3 *

0000021931



2844363866





RGN-HSRC

Prof. J.P. de Lange
Voorsitter van die Hoofkomitee
RGN-Ondersoek na die Onderwys

**VERSLAG VAN DIE WERKKOMITEE:
ONDERRIG IN NATUURWETENSKAP EN WISKUNDE**

Dit is vir my as voorsitter van die Werkkomitee vir Onderrig in natuurwetenskap en wiskunde 'n voorreg om hiermee die verslag van my Werkkomitee aan u voor te lê vir oorweging deur die Hoofkomitee. 'n Samevatting verskyn in die laaste hoofstuk.

**MNR. J.B. HAASBROEK
VOORSITTER**

VERKLARING

Hierdie verslag is voorberei deur die Werkkomitee: Onderrig in die natuurwetenskappe, wiskunde en tegniese vakke ingestel deur die RGN-Hoofkomitee vir die Onderzoek na die Onderwys.

Hierdie verslag weerspieël die bevindings, menings en aanbevelings van die Werkkomitee: Onderrig in die natuurwetenskappe, wiskunde en tegniese vakke en waar van toepassing dié van groepe of individue in die werkkomitee ten opsigte van aangeleenthede waaroor daar meningsverskille bestaan. Die bevindings, menings en aanbevelings vervat in hierdie verslag weerspieël nie noodwendig die standpunt van óf die RGN óf die RGN-Hoofkomitee vir die Onderzoek na die Onderwys nie.

Hierdie verslag word deur die RGN-Hoofkomitee vir die Onderzoek na die Onderwys beskou as 'n voorlegging van die Werkkomitee: Onderrig in die natuurwetenskappe, wiskunde en tegniese vakke aan hom. Die RGN-Hoofkomitee vir die Onderzoek na die Onderwys se standpunt en aanbevelings sal vervat wees in sy finale verslag wat aan die Kabinet voorgelê word.

Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing

Ondersoek na die Onderwys

**Werkkomitee: Onderrig in die natuurwetenskappe,
wiskunde en tegniese vakke**

Verslag oor

Onderrig in die natuurwetenskappe en wiskunde

**PRETORIA
JULIE 1981**

RGN BIBLIOTEK HSRC
LIBRARY HSRC

1982 -02-2 2

STANDKODE ool. 3072608 HSRC EDUC 12	REGISTERNOMMER	
BESTELNOMMER G	053027	1

ISBN 0 86965. 846 8
PRYS: R4,70
(A.V.B. ingesluit)

Kopiereg voorbehou

I N H O U D

BLADSY

TER ORIËTERING

v

HOOFSTUK

1.	PROBLEEMSTELLING, DOEL MET EN METODE VAN ONDERSOEK	1
1.1	Inleiding en probleemstelling	1
1.2	Doel met die ondersoek	2
1.3	Metode van ondersoek	2
1.4	Inhoud van Hoofstukke	4
2.	DIE GEWILDHEID VAN DIE NATUURWETENSKAPLIKE VAKKE EN WISKUNDE OP SEKONDÊRE EN TERSIËRE ONDERWYSLAK EN DIE BYDRAE WAT DIE PRIVATE SEKTOR EN MASSAMEDIA KAN LEWER OM DIE GEWILDHEID TE BEVORDER	5
2.1	Inleiding en probleemstelling	5
2.2	Metode van ondersoek	5
2.3	Statistiek oor die gewildheid van die natuurwetenskappe en Wiskunde	6
2.4	Bevordering van die gewildheid van die natuurwetenskappe en Wiskunde	24
2.5	Die bydrae wat die private sektor en massamedia lewer om die belangstelling in die natuurwetenskaplike vakke en beroepsrigtings aan te wakker	35
3.	SILLABUSSE EN KURRIKULERING IN DIE NATUURWETENSKAPLIKE VAKKE EN WISKUNDE	40
3.1	Inleiding en probleemstelling	40
3.2	Metode van ondersoek	40
3.3	Instansies wat kommentaar gelewer het	41
3.4	Strekking van die kommentaar	41
3.5	Gevolgtrekkings	44
3.6	Aanbevelings	45
4.	DIE BESIKKBAARHEID, OPLEIDING EN DIENSVOORWAARDES VAN NATUURWETENSKAP- EN WISKUNDE-ONDERWYSERS	53
4.1	Inleiding en probleemstelling	53

HOOFSTUK	BLADSY	
4.2	Ontwerp en metode van ondersoek	54
4.3	Beperkinge van die ondersoek	54
4.4	Die omvang van die huidige tekort aan gekwalifiseerde onderwysers vir Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde aan Suid-Afrikaanse sekondêre skole	55
4.5	Moontlike redes vir die huidige tekort aan gekwalifiseerde onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde	62
4.6	Aanbevelings insake die verbetering van diensvoorwaardes ten einde natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers vir Suid-Afrikaanse sekondêre skole te werf en te behou	64
4.7	Indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers	72
4.8	Aanbevelings insake die bestaande opleidingspraktyk van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers	78
5.	DIE BELANGRIKSTE BEVINDINGS EN AANBEVELINGS	84
5.1	Vernaamste bevindings en aanbevelings in verband met die gewildheid van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde op sekondêre en tersiêre onderwysvlak en die bydrae wat die private sektor en massamedia kan lewer om die gewildheid te bevorder.	84
5.2	Die belangrikste bevindings en aanbevelings met betrekking tot sillabusse en kurrikulumontwikkeling vir die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde	89
5.3	Die belangrikste bevindings en aanbevelings met betrekking tot die beskikbaarheid en opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers	98
LITERATUURLYS		105

TABELLE

BLADSY

2.1	Die getalle en persentasies sekondêre skole wat Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde in die jare 1978-80 aangebied het, volgens beheerinstansie	7
2.2	Getalle en persentasies sts. 9- en 10-leerlinge wat Natuur- en Skeikunde geneem het, volgens beheerinstansie	8
2.3	Getalle en persentasies sts. 9- en 10-leerlinge wat Wiskunde geneem het, volgens beheerinstansie	10
2.4	Getalle en persentasies sts. 9- en 10-leerlinge wat Biologie geneem het, volgens beheerinstansie	12
2.5	Getalle st. 10-leerlinge (Blankes) wat studierigtings aangedui het waarin beplan word om 'n graadkursus aan 'n universiteit te volg	17
2.6	Getalle en persentasies eerste B.-grade toegeken in die natuurwetenskappe in die RSA vanaf 1960 tot 1978	20
4.1	Ondergekwalfiseerde onderwysers in Wiskunde, Natuur- en Skeikunde en Biologie volgens onderwysowerhede	59
4.2	Persentasie gekwalfiseerde onderwysers in elkeen van die vakke volgens die verskillende onderwysdepartemente en ander beheerliggame	60

GRAFIEKE

BLADSY

1.	Persentasies standerd 9- en 10-leerlinge wat Natuur- en Skeikunde geneem het	9
2.	Persentasies standerd 9- en 10-leerlinge wat Wiskunde geneem het	11
3.	Persentasies standerd 9- en 10-leerlinge wat Biologie geneem het	13
4.	Getal st. 10-leerlinge wat beplan om 'n graadkursus in een van die natuurwetenskaplike rigtings te volg, uitgedruk as 'n persentasie van die getal st. 10-leerlinge wat beplan om 'n graadkursus te volg	18
5.	Persentasies eerste B.-grade toegeken aan Blankes in die RSA	21
6.	Persentasies eerste B.-grade toegeken aan Nie-Blankes in die RSA	22

A	AANBEVELINGS INSAKE DIE BESKIKBAARHEID VAN FASILITEITE EN ONDER- WYSHULPMIDDELS VIR DIE ONDERRIG IN NATUURWETENSKAPPE EN WISKUNDE	112
B	LYS VAN INSTANSIES EN PERSONE WAT KOMMENTAAR GELEWER HET	115

TER ORIËNTERING

DIE VERSOEK

In Junie 1980 het die Kabinet 'n versoek aan die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing gerig om 'n diepgaande ondersoek na die onderwys in al sy fasette in die RSA in te stel. Hierdie versoek aan die RGN het soos volg gelui-

"U Raad moet in samewerking met alle belanghebbendes 'n wetenskaplike ondersoek op gekoördineerde grondslag instel en binne 12 maande aanbevelings by die Kabinet doen oor:

- a) beginselriglyne vir 'n prakties uitvoerbare onderwysbeleid in die RSA ten einde -
 - (i) sy inwoners se potensiaal te laat verweselik,
 - (ii) die ekonomiese groei van die RSA te bevorder, en
 - (iii) die lewensgehalte van al sy inwoners te verbeter
- b) die organisasie- en beheerstruktuur en finansiering van die onderwys,
- c) die raadplegings- en besluitnemingsmeganismes in die onderwys,
- d) 'n onderwysinfrastruktuur om te voorsien in die mannekragbehoefte van die RSA en die selfverwesening van sy inwoners, en
- e) 'n program ter bereiking van 'n gelyke gehalte onderwys vir alle bevolkingsgroepe.

Die ondersoek moet uitgevoer word met inagneming van onder andere die bestaande onderwyssituasie, die bevolkingsamestelling in die Suid-Afrikaanse samelewing en die middele wat binne die totale landshuishouding vir die onderwys beskikbaar gestel kan word. Die ondersoek moet gerig wees op alle vlakke van die onderwys, dit wil sê, pre-primêre, primêre, sekondêre- en tersiêre onderwys."

In ooreenstemming met die Suid-Afrikaanse Plan vir Geesteswetenskaplike Navorsing is die volgende werkswyse voorgestel:

- a. Prof. J.P. de Lange, Rektor van die Randse Afrikaanse Universiteit sal as navorsingsleier optree.
- b. Na die nodige oorleg sal 'n hoëvlakse koördineringskomitee benoem word wat die ondersoek sal rig, koördineer en die wetenskaplikheid daarvan sal waarborg. Lede van die komitee sal bestaan uit sowel verteenwoordigers van belanghebbende staatsdepartemente, die privatektor en ander instansies as vooraanstaande wetenskaplikes uit al die dissiplines wat 'n bydrae kan maak tot die ontwikkeling van die onderwys.
- c. Alle onderwysinstansies sal by subkomitees en werkgroepe van die ondersoek betrek word.
- d. Die ondersoek sal gekoördineerd vir die verskillende bevolkingsgroepe uitgevoer word.
- e. Die ondersoek sal in 'n gees van positiewe koördinasie uitgevoer word, dit wil sê, die beskikbare navorsingsmannekrag sowel binne as buite die RGN en alle navorsingsaktiwiteite wat reeds afgehandel of aan die gang is, sal op 'n basis van vrywillige samewerking by die ondersoek betrek word.
- f. Die RGN sal self sekere gedeeltes van die ondersoek uitvoer, maar sal boweal sy navorsingstruktuur beskikbaar stel vir die ondersoek.
- g. Aan besondere knelpunte sal prioriteit verleen word sodat ondersoek daarvan bespoedig kan word en tussentydse verslae met aanbevelings daaroor aan die Kabinet voorgelê kan word.
- h. Waar toepaslik sal alternatiewe oplossings vir probleemgebiede in die onderwys aan die hand gedoen word.

DIE HOOFKOMITEE

Die Hoofkomitee van die Onderzoek na die Onderwys, waarvan die lede deur die Raad van die RGN aangewys is, is soos volg saamgestel:

Prof. J.P. de Lange
(Voorsitter)

Rektor, Randse Afrikaanse Universiteit

Prof. A.N. Boyce	Rektor, Johannesburg College of Education
Dr.S.S. Brand	Hoof, Finansiële Beleid, Dept. van Finansies
Dr. R.R.M. Cingo	Inspekteur van Skole, Kroonstad-Oos Kring, Departement van Onderwys en Opleiding
Dr. J.G. Garbers	President, Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing
Mnr. J.B. Haasbroek	Direkteur, Suid-Afrikaanse Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, RGN
Dr. K.B Hartshorne	Centre of Continuing Education, Universiteit van Witwatersrand
Prof. J.H. Jooste	Direkteur, Transvaalse Onderwysdepartement
Prof. S.R. Maharaj	Dekaan, Fakulteit Opvoedkunde, Universiteit van Durban-Westville
Dr. P.R.T. Nel	Voormalige Direkteur van Onderwys, Natalse Onderwysdepartement en Departement van Indiëronderwys, Voor-sitter Drakenbergse Administrasie-raad
Prof. A.C. Nkabinde	Rektor, Universiteit van Zoeloeland
Mnr. R.D. Nobin	Inspekteur van Onderwys, Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake)
Mnr. M.C.O'Dowd	Anglo-American Corporation of SA Ltd.
Mnr. A. Pittendrigh	Direkteur, Natal Technikon
Mej. C.C. Regnart	Westerford High School
Dr. P. Smit	Vise-president, Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, RGN
Mnr. F.A. Sonn	Direkteur, Skiereiland Technikon en President, Unie van Onderwysersverenigings van Suid-Afrika
Mnr. J.F Steyn	Hoofsekretaris, Transvaalse Onderwysersvereniging en Sekretaris van die Federale Raad van Onderwysersverenigings
Prof. N.J. Swart	Vise-rektor, Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys

Mnr. L.M. Taunyane	President, Transvaal United African Teachers' Association
Prof. R.E. van der Ross	Rektor, Universiteit van Wes-Kaapland
Dr. P.J. van der Merwe	Adjunk-direkteur-generaal, Departement van Mannekrag
Prof. F. van der Stoep	Dekaan, Fakulteit Opvoedkunde, Universiteit Pretoria
Prof. N.T. van Loggerenberg	Dekaan, Fakulteit Opvoedkunde, Universiteit van OVS, en Voorsitter van die Suid-Afrikaanse Onderwysersraad vir Blankes
Dr. R.H. Venter	Direkteur, Universiteitsaangeleenthede, Departement van Nasionale Opvoeding
Prof. W.B. Vosloo	Hoof, Departement Staatsleer en Publieke Administrasie Universiteit van Stellenbosch

Na die ondersoek vir enkele maande aan die gang was, is 'n versoek ontvang van die Departement van Nasionale Opvoeding van Suidwes-Afrika om waarnemerstatus op die Hoofkomitee te verkry en hieraan is goedkeuring verleen. Sedert die vyfde vergadering van die Hoofkomitee is mnr. J.A. de Jager, Sekretaris van die Departement, dus ook teenwoordig by vergaderings van die Hoofkomitee.

Met die aanvang van die ondersoek is dr. S.W.H. Engelbrecht as sekretaris en dr. F.P. Groenewald as koördineerder van die ondersoek aangewys. Mettertyd is die vakkundige personeel uitgebrei met die aanstelling van dr. D.J. van den Berg, waarna die voorgenoemde drie persone as sekretaris-koördineerders opgetree het. Mnr. C.P. Serfontein is aangestel as hulp-koördineerder. In die laaste fase van die ondersoek is die sekretariaat verder versterk met die sekondering van prof. J. McG. Niven van die Universiteit van Natal vir drie maande (Februarie-Mei) na die RGN. Die administratiewe personeel het bestaan uit mev. I. Samuel, mev. A. van der Lingen, mej. J.M.M. Botha, mev. S. van der Walt en ander tydelike hulp.

OPERASIONALISERING VAN DIE NAVORSINGSVERSOEK

Die operasionalisering van die navorsingsversoek het gelei tot die daarstelling van 18 werkkomitees wat elk 'n ander terrein van die onderwys sou bestryk. Alhoewel nie al die werkkomitees reeds by die eerste vergadering geïdentifiseer is nie, en sommige eers op 'n later stadium van die ondersoek aangewys is, is

die volgende werkkomitees uiteindelik in die lewe geroep. (By elke werkkomitee word die naam van die voorsitter aangedui wat in elk geval 'n lid van die Hoofkomitee moes wees. Die Voorsitter van die Hoofkomitee is ampshalwe lid van elke werkkomitee.)

Onderwysbeginsels en -beleid	Prof. F. van der Stoep
Onderwysbestuur	Dr. K.B. Hartshorne
Onderwysfinansiering	Dr. S.S. Brand
Onderwysstelselbeplanning	Mnr. J.B. Haasbroek
Kurrikulumontwikkeling	Prof. F. van der Stoep
Voorligting	Mej. C.C. Regnart
Onderwys vir Kinders met Spesiale Onderwysbehoefte	Dr. J.G. Garbers
Boukundige Dienste	Mnr. F.A. Sonn
Gesondheids-, mediese en paramediese dienste	Mnr. R.D. Nobin
Demografie, Onderwys en Mannekrag	Dr. P.J. van der Merwe
Onderrig in die natuurwetenskappe, Wiskunde en tegniese vakke	Mnr. J.B. Haasbroek
Werwing en opleiding van onderwysers	Prof. N.T. van Loggerenberg
Vernuwingsstrategieë in die onderwys	Prof. W.B. Vosloo
'n Program vir gelyke gehalte onderwys	Prof. R.E. van der Ross
Regsaspekte	Mnr. M.C. O'Dowd
Onderwystegnologie	Mnr. A. Pittendrigh
Taal en Taalonderrig	Dr. P.R.T. Nel
Onderwysbibliografie	

Slegs in die geval van die laasgenoemde werkkomitee is daar nie 'n voorsitter uit die Hoofkomitee aangewys nie. Mej. H.J. Otto van die RGN-biblioteek het die bibliografie vir elk van die onderskeie werkkomitees saamgestel.

In die laaste stadia van die ondersoek is 'n sintesekomitee aangewys om die werk van veral drie werkkomitees te konsolideer, te wete dié van Onderwysbestuur, Onderwysstelselbeplanning en Onderwysfinansiering. As voorsitter van hierdie sintesekomitee is die Voorsitter van die Hoofkomitee van die Ondersoek na die Onderwys aangewys.

DIE TERREIN VAN HIERDIE VERSLAG EN DIE SAMESTELLING VAN DIE WERKKOMITEE

Hierdie verslag handel oor die ondersoek van die werkkomitee: Onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde. Die eerste vergadering van hierdie komitee het op 15 September 1980 plaasgevind onder leiding van mnr. J.B. Haasbroek wat deur die Hoofkomitee as voorsitter van die werkkomitee aangestel is. Vier verdere vergaderings het gevolg voordat die finale verslag gereed was vir voorlegging aan die Hoofkomitee. Daar is besluit dat 'n subkomitee wat aangestel is vir tegniese onderwys, onder voorsitterskap van mnr. H.J.A. Moore, 'n aparte verslag sal opstel wat aan die Hoofkomitee voorgelê sal word, en dat hulle aan bevelings dus nie in die onderhawige verslag sal verskyn nie. Die volgende persone is as lede van die werkkomitee aangewys:

Mnr. J.B. Haasbroek (Voorsitter)	Direkteur, SAION, Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing
Prof. K. Baruth-Ram	Universiteit van Durban-Westville
Dr. J.S. Hill	Onderwysburo, Transvaalse Onderwysdepartement
Mnr. C.P. Jansen	Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing
Prof. J.F. Marais	Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys
Mnr. M.C. Mehl	Universiteit van Wes-Kaapland
Mnr. P.E. Metcalf	Epworth High School
Mnr. H.J.A. Moore	Transvaalse Onderwysdepartement
Mnr. J.H. Nel	Universiteit van Stellenbosch
Mnr. A. Pittendrigh	Natal Technikon
Prof. W.L. Rautenbach	Universiteit van Stellenbosch
Mnr. P. Reddy	Springfield College of Education
Prof. J.R. Seretlo	Universiteit van Fort Hare
Prof. P.E. Spargo	Universiteit van Kaapstad
Dr. H. v.H. van der Watt	Tak Wetenskapbeplanning, Kantoer van die Eerste Minister
Dr. D.J.J. van Rensburg	Technikon Pretoria
Dr. A.J. van Rooy	Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing

Mnr. J.O.T. van Schalkwyk	Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing
Mnr. J.D Volminck	Skiereiland Technikon
Dr. D.J. van den Berg (sekretariaat)	Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing
Mnr. C.H. Swanepoel (sekretaris)	Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing

Die werkkomitee het op die volgende datums vergader:

15 September 1980
 23 Oktober 1980
 28 November 1980
 16,17, 18 Februarie 1981
 17,18 Maart 1981

SUBKOMITEES/WERKGROEPE

In ooreenstemming met die drie subterreine wat in die verfyning van die opdrag geïdentifiseer is, is die volgende drie subkomitees/werkgroepe saamgestel:

Onderwysers en fasiliteite

Mnr. J.H. Nel (voorsitter)	Universiteit van Stellenbosch
Prof. J.F. Marais	Potchefstroomse Universiteit vir C.H.O.
Mnr. M.C Meh1	Universiteit Wes-Kaapland
Mnr. P.E. Metcalf	Epworth High School
Prof. W.L. Rautenbach	Universiteit van Stellenbosch
Prof. J.R. Seretlo	Universiteit Fort Hare
Prof.P.E Spargo	Universiteit van Kaapstad

Gewildheid van die natuurwetenskappe en Wiskunde

Prof. K. Baruth-Ram	Universiteit van Durban-Westville
Mnr. M.C. Meh1	Universiteit van Wes-Kaapland
Mnr. P.E. Metcalf	Epworth High School
Mnr. C.H. Swanepoel	Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing
Dr. H. van H. van der Watt	Tak Wetenskapbeplanning, Kantoer van die Eerste Minister

Sillabusse en kurrikulering

Prof. P.E. Spargo (voorsitter)
Mnr. C.P. Jansen

Universiteit van Kaapstad
Senior Hoofnavorsingsbeampte, Suid-Afrikaanse Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, RGN

Mev. M.A. MacDonald
Mnr. P. Reddy
Mnr. W.J.J. van der Merwe
Mnr. J.O.T. van Schaalkwyk

Universiteit van Fort Hare
Springfield College of Education
Natalese Onderwysdepartement
Hoofnavorsingsbeampte, Suid-Afrikaanse Instituut vir Opvoedkundige Navorsing RGN

Navorsing deur die SAION

Die volgende navorsers van die Suid-Afrikaanse Instituut vir Opvoedkundige Navorsing het voltydsaan die projek gewerk:

Mnr. C.P. Jansen
Mnr. C.H. Swanepoel
Mnr. J.O.T. van Schaalkwyk

Benewens die behartiging van die korrespondensie en skakeling was hulle onder meer verantwoordelik vir die operasionalisering van die opdrag, opstel van die begroting, opstel, versending en verwerking van die vraelyste en samestelling van verslae.

DANK VIR SAMEWERKING

Dank word deur die werkkomitee uitgespreek teenoor alle persone en instansies wat, hetsy deur middel van vraelyste ingevul of kommentaar/getuienis gelewer, meegehelp het om 'n geheelbeeld van die onderrig van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde daar te stel en oplossings aan die hand te doen.

HOOFSTUK 1

PROBLEEMSTELLING, DOEL MET EN METODE VAN ONDERSOEK

1.1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Die fase van ekonomiese opbloei wat die RSA die afgelope jaar of drie beleef, asook die ontwikkelings op tegnologiese gebied wat tans aan die gang is of in die vooruitsig gestel word, het die probleem van voldoende en geskikte mannekrag toenemend geaksentueer. Indien die ekonomiese groei en tegnologiese ontwikkeling verder gehandhaaf moet word, sal daar in die eerste plek in die geweldige aanvraag na natuurwetenskaplikes, ingenieurs en tegnici/tegnoloë voorsien moet word. Die vraag is of die huidige onderwysstelsel en -beleid aan dié behoeftes kan voldoen.

Aan die basis van die onderwysstelsel se vermoë om voldoende natuurwetenskaplikes, ingenieurs en tegnici/tegnoloë te voorsien, lê die onderrig in die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde op primêre en sekondêre skoolvlak. Indien daar nie op hierdie vlakke geslaag word om onderwys van 'n hoë gehalte in dié vakke te lewer, en sodoende leerlinge se belangstelling daarin te wek en hulle natuurwetenskaplik en tegnologies bewus te maak nie, lei die kweek van voldoende gekwalifiseerdes in hierdie rigtings by voorbaat skipbreuk.

Uit die ondersoek wat die RGN in 1977 onderneem het na die onderrig van die natuurwetenskaplike vakke aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA*, blyk dat die situasie in die onderwys van hierdie vakke in Blanke skole alles behalwe rooskleurig daar uitsien. Enkele probleme wat in dié verband ondervind word, is die volgende:

- (a) 'n Tekort aan gekwalifiseerde onderwysers in die vakke asook 'n bedankings-tempo onder gekwalifiseerdes wat kommerwekkend is.
- (b) 'n Gebrek aan belangstelling by leerlinge in -
 - (i) veral Natuur- en Skeikunde as skoolvak - by meisies is ook die belangstelling in Wiskunde uiters laag - en
 - (ii) die suiwer natuurwetenskappe as studierigting aan universiteite.
- (c) Onbevredigende sillabusse. Beide skoolhoofde en onderwysers het naamlik die daling in die gewildheid van Natuur- en Skeikunde gedurende die sewentigerjare in die eerste plek toegeskryf aan die sillabusse wat onrealistiese eise stel, terwyl onderwysers ook ongunstige kommentaar oor verskeie aspekte van die sillabusse gelewer het.

* Die titels van die altesaam agt verslae wat die bevindings van hierdie ondersoek dek, word in die literatuurlys gegee.

grond van die RGN-ondersoek se bevindings aangaande sillabusse wil dit voorkom asof die huidige stelsel van kurrikulumontwikkeling en -hersiening in die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde mank gaan aan verskeie gebreke, en dit daar gepoog behoort te word om 'n stelsel daar te stel wat wetenskaplik verantwoordbaar is, en waarin 'n wyer spektrum van instansies en persone inspraak het.

Aanleiding van die RGN se bevindings aan Blanke sekondêre skole ontstaan die vermoede dat die onderrig in die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde in die RSA as geheel (dit is vir alle bevolkingsgroepe) nog swakker daaraan toe is, en oornamlik dit dat daar in die skole van die ander bevolkingsgroepe, benewens die voornoemde probleme (in 'n groter mate), ook probleme ondervind word ten opsigte van kwaliteit en fasiliteite.

Wat tersiêre onderwysvlak betref, dui voorlopige navraag daarop dat die suiwer natuurwetenskappe steeds minder gegradeerdes lewer, en dat studente blykbaar verkies om die professionele natuurwetenskaplike (mediese, veeartsenykundige en tandheelkundige) en handels- en ekonomiese studierigtings te volg ten koste van die suiwer natuurwetenskaplike studierigting.

2 DOEL MET DIE ONDERSOEK

Die doel met die ondersoek is om -

- (i) die huidige stand van die onderrig in die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde in die RSA te bepaal vir alle bevolkingsgroepe en onderwysvlakke, en
- (ii) in die lig hiervan en met inagneming van "die bestaande onderwys-situasie, die bevolkingsamestelling en die middele wat beskikbaar gestel kan word" (soos gestel in die versoek van die Kabinet aan die RGN), aanbevelings te maak vir 'n prakties uitvoerbare onderwysbeleid ten opsigte van die onderrig in hierdie vakke.

3 METODE VAN ONDERSOEK

Ten einde die terrein van die ondersoek te omlin, het die werkkomitee 'n opdrag van die Hoofkomitee in hoofsaaklik die volgende drie subprojekte te verdeel:

- (i) Die gewildheid van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde op sekondêre en tersiêre onderwysvlakke, en die bydrae wat die private sektor en massamedia (kan) lewer om die belangstelling in hierdie vakke en beroepsrigtings aan te wakker.

- (ii) Die sillabusse vir die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde op sekondêre skoolvlak en moontlike riglyne ten opsigte van kurrikulumontwikkeling en -hersiening vir hierdie vakke.
- (iii) Die beskikbaarheid van - gekwalifiseerde onderwysers om onderrig in die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde op sekondêre skoolvlak te gee, fasiliteite en onderwys hulpmiddels in hierdie vakke en die rol wat indiensopleiding en oriënteringskursusse en gedifferensieerde salarisskale kan speel om die tekort aan onderwysers vir hierdie vakke op te hef.

In ooreenstemming met die voorgenoemde drie subprojekte is drie subkomitees of werkgroepe benoem wat elk hoofsaaklik aan 'n spesifieke subprojek moes aandag gee en 'n verslag opstel.

In die literatuurstudie wat onderneem is, het elke subkomitee/werkgroep hoofsaaklik gekonsentreer op die literatuur wat op sy betrokke subprojek betrekking het.

Navorsers van die Suid-Afrikaanse Instituut vir Opvoedkundige Navorsing (SAION) van die RGN het vraelyste opgestel en gestuur aan:

- (i) 'n Steekproef ($\pm 20\%$) van hoofde van sekondêre skole en skole met sekondêre afdelings - alle bevolkingsgroepe.
- (ii) Die eerstejaargestudente van 7 universiteite ($\pm 6\ 000$ vraelyste) - alle bevolkingsgroepe is verteenwoordig.
- (iii) 'n Steekproef ($\pm 5\%$) van die standaard 10-leerlinge uit alle bevolkingsgroepe ($\pm 7\ 000$ vraelyste).
- (iv) Alle onderwysdepartemente, asook die GMR. (In hierdie vraelyste is hoofsaaklik statistiese gegewens ingewin.)
- (v) Die kringinspekteurs en vakinspekteurs van alle onderwysdepartemente.
- (vi) Die eksaminatore en moderatore van alle onderwysdepartemente en die GMR.

Die SAION het briewe gestuur aan ongeveer 50 instansies (natuurwetenskaplike verenigings en instansies, universiteite, onderwyskolleges, teknikons, onderwysdepartemente en ander belanghebbende liggame) waarin hulle genooi is om kommentaar te lewer (getuienis voor te lê) oor elk van die subprojekte wat gespesifiseer is. Van hierdie instansies het 47 geantwoord, en hulle kommentaar is deur die onderskeie subkomitees/werkgroepe bestudeer, en in verslae opgeneem.

Opmerking: In die lig van die feit dat die meeste vraelyste nie voor die aanvang van die eerste kwartaal (termyn) van 1981 uitgestuur kon word nie, en in sommige gevalle, as gevolg van werkdrukke (by sowel die navorsers as die drukkers), eers gedurende Maart 1981 uitgestuur is, sal die inligting wat deur dié vraelyste ingewin is eers op 'n later datum as 'n bylaag by die werkkomiteeverslag gevoeg kan word.

1.4 INHOUD VAN HOOFSTUKKE

In hoofstukke 2,3 en 4 word agtereenvolgens die drie verslae van die subkomitees/werkgroepe vir die verskillende subprojekte aan die orde gestel, terwyl hoofstuk 5 'n samevatting van die vernaamste bevindings en aanbevelings bevat.

HOOFSTUK 2

DIE GEWILDHEID VAN DIE NATUURWETENSKAPLIKE VAKKE EN WISKUNDE OP SEKONDÊRE EN TERSIÊRE ONDERWYSLAK EN DIE BYDRAE WAT DIE PRIVATE SEKTOR EN MASSAMEDIA KAN LEWËR OM DIE GEWILDHEID TE BEVORDER

2.1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Daar is vandag 'n dringende tekort aan onderwysers in die natuurwetenskappe en Wiskunde asook tekorte aan mense op die terrein van die wetenskap en alle tegniese gebiede. 'n Voorvereiste vir die opheffing van hierdie tekort is die optimum bevordering van die gewildheid van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde by skoliere en studente. Dit wil sê daar sal gepoog moet word om groter getalle leerlinge/studente te beweeg om die vakke te neem deur onder andere positiewe gesindhede teenoor die vakke by leerlinge/studente te kweek.

In 1977 het die RGN 'n omvattende navorsingsprogram na die onderrig van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA onderneem. Daarin is onder andere bevind dat daar 'n daling in die persentasies leerlinge wat Natuur- en Skeikunde en Wiskunde aan sekondêre skole neem, in die vroeë sewentigerjare voorgekom het (9, 1980). Hoewel die middel sewentigerjare weer deur 'n styging in persentasies gekenmerk is, is die vlakke van die sestigerjare nie bereik nie en is dit onbekend of hierdie tendens hom in die tydperk 1978-1980 voortgesit het. Daar is ook in die ondersoek gekyk na die ander aspek van gewildheid, naamlik die leerlinge se gesindhede jeens die vakke asook die faktore wat die gesindhede van die leerlinge beïnvloed (11, 1981). Verder blyk onder andere ook uit hierdie verslag dat pogings aangewend sal moet word om die massamedia en private sektor in 'n groter mate te betrek by 'n grootskaalse voorligtingsprogram om die gewildheid van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde te bevorder.

Vir doeleindes van die RGN-ondersoek na die onderwys blyk dit nodig te wees om die ondersoek uit te brei na die ander bevolkingsgroepe. Ten einde 'n resente geheelbeeld vir die land te verkry, sal die Blankes ook in die huidige ondersoek ingesluit moet word.

2.2 METODE VAN ONDERSOEK

Die metode van navorsing is:

- (i) Literatuurstudie.
- (ii) Vraelyste waarin statistiek aangevra word.
- (iii) Versameling van beskikbare (soms ongepubliseerde) statistiek.

eveer 50 belanghebbende instansies (natuurwetenskaplike verenigings en instansies, onderwysdepartemente, onderwysersverenigings, universiteite, ens.) genader om -

- i) kommentaar te lewer oor die gewildheid van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde op sekondêre en tersiêre vlak,
- ii) voorstelle te maak vir die bevordering van die gewildheid, en
- iii) voorstelle te maak oor wyses waarop die massamedia en private sektor betrek kan word.

2.3 STATISTIEK OOR DIE GEWILDHEID VAN DIE NATUURWETENSKAPPE EN WISKUNDE

2.3.1 Getalle en persentasies sekondêre skole wat Natuur- en Skeikunde, Wiskunde en Biologie aangebied het in 1978 - 1980

Die getalle en persentasies sekondêre skole of skole met sekondêre afdelings (sluit ten minste st. 8 in) wat Natuur- en Skeikunde, Wiskunde en Biologie in 1978, '79 en '80 aangebied het, word in tabel 2.1 aangetoon vir die onderskeie beheerinstansies. Hieruit blyk dat Natuur- en Skeikunde deur minder as 50 % van die skole van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingsake) en die Departement van Onderwys en Opleiding in sts. 8, 9 en 10 aangebied is. Die persentasie skole van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake) en die vier provinsiale onderwysdepartemente gesamentlik, waar 79,2 % en 89,8 % van die skole onderskeidelik die vak in 1980 aangebied het, is redelik hoog.

Biologie word deurgaans deur, 'n groot persentasie skole aangebied en wissel in 1980 van 75,5 % by die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingsake) tot 92,2 % by die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake).

Die posisie met Wiskunde is soortgelyk aan dié van Biologie en die persentasie skole wat die vak in 1980 aangebied het, wissel van 74,5 % by die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingsake) tot 98,9 % by die Departement van Onderwys en Opleiding.

2.3.2 Getalle en persentasies leerlinge wat Natuur- en Skeikunde, Wiskunde en Biologie in sts. 9 en 10 geneem het (1964 - 1980)

a. Natuur- en Skeikunde

- (i) Uit tabel 2.2 en grafiek 1 blyk dat vir die tydperk 1970 tot 1980, die

TABEL 2.1 DIE GETALLE EN PERSENTASIES SEKONDÊRE SKOLE WAT NATIUR-EN SKEIKUNDE, BIOLOGIE EN WISKUNDE IN DIE JARE 1978-80 AANGEBIED HET, VOLGENS BEHEERINSTANSIE.

BEHEERINSTANSIE \ VAKKE	NATUUR-EN SKEIKUNDE			BIOLOGIE			WISKUNDE			
	1978	1979	1980	1978	1979	1980	1978	1979	1980	
Binnelandse aangeleenthede (Indiërsake)	N	55	57	61	65	69	71	69	71	75
	%	76,4	75,0	79,2	90,3	90,8	92,2	95,8	93,4	97,4
Binnelandse aangeleenthede (Kleurlingbetrekkings)	N	70	73	74	126	132	139	120	127	137
	%	44,6	44,8	40,2	80,3	81,0	75,5	76,4	77,9	74,5
Onderwys en Opleiding	N	314 ^x	413	459	727 ^x	853	909	825 ^x	1040	1083
	%	33,1	39,1	41,9	76,5	81,2	83,0	86,8	98,5	98,9
Vier provinsiale onderwysdepartemente gesamentlik	N	595	609	619	580	587	607	649	649	652
	%	86,0	88,8	89,8	83,8	85,6	88,1	93,8	94,6	94,6

^x Die getalle van Venda is ingesluit in 1978.

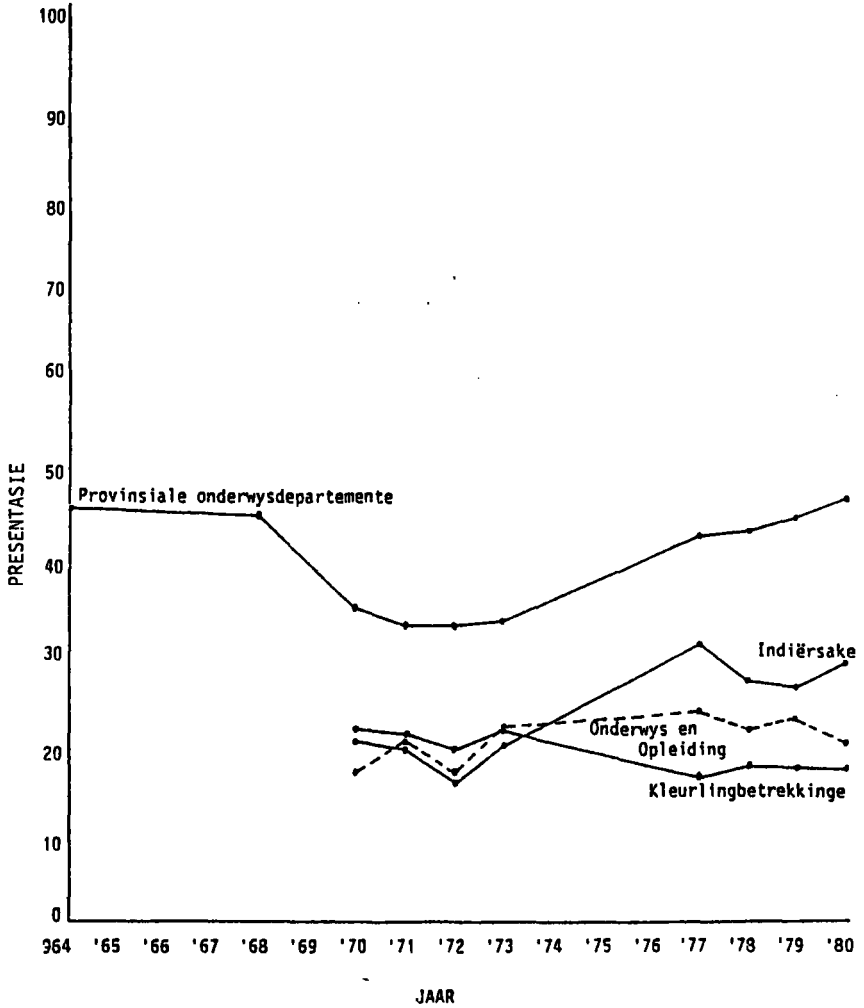
TABEL 2.2
 GETALLE EN PERSENTASIES STS. 9- EN 10-LEERLINGE WAT NATUUR-EN SKEIKUNDE GENEEM HET, VOLGENS BEHEER-
 INSTANSIE

Beheerinstansie \ Jaar	1964	1968	1970	1971	1972	1973	1977 ¹⁾	1978 ¹⁾	1979 ¹⁾	1980 ¹⁾
Departement Binnelandse Aan- geleenthede (Indiërsake) N %	x	x	1754 22,6	1816 21,6	1733 18,0	2328 22,1	3823 33,2	4309 29,1	4777 28,4	5579 31,3
Departement Binnelandse Aänge- leenthede (Kleurlingbetrekkings) N %	x	x	1414 24,0	1526 23,4	1605 21,7	1953 23,7	3176 18,8	1401 ³⁾ 19,9	1558 ³⁾ 19,8	1779 ³⁾ 19,7
Departement van Onderwys en Opleiding N %	x	x	1441 19,2	2728 22,6	2856 19,3	4152 24,1	8768 25,8	7809 ²⁾ 23,8	15081 25,1	20630 22,4
Vier provinsiale ondersdeparte- mente gesamentlik N %	25872 48,2	28123 47,4	25219 ⁴⁾ 37,2	28184 35,2	29721 35,3	28056 ⁴⁾ 35,8	44394 44,9	48320 45,5	50543 46,8	53136 48,8

- 1) Die syfers vir hierdie jare sluit die praktiese kursus in.
 - 2) Die syfer vir 1978 sluit Venda in.
 - 3) Die syfers sluit slegs st. 10-leerlinge in.
 - 4) Syfers vir Natal nie beskikbaar nie en dus nie ingesluit nie.
- x Syfers nie vergelykbaar.

GRAFIEK 1

PERSENTASIES STANDERD 9- EN 10-LEERLINGE WAT NATUUR- EN SKEIKUNDE GENEEM HET



1) Die persentasies vir 1977, '78, '79 en '80 sluit die praktiese kursus in.

2) Die persentasies van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingbetrekkings) sluit slegs st.10-leerlinge in.

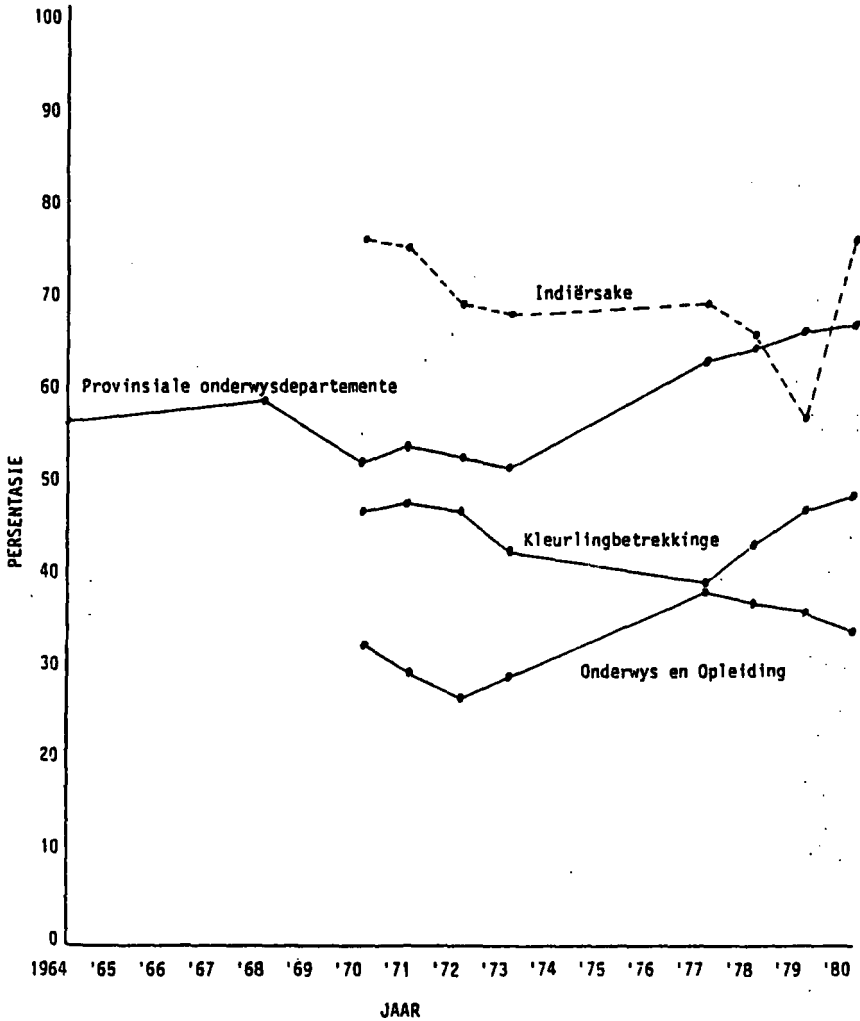
TABEL 2.3
GETALLE EN PERSENTASIES STS.9- EN 10-LEERLINGE WAT WISKUNDE GENEEM HET, VOLGENS BEHEERINSTANSIE

Beheerinstansie	Jaar		1964	1968	1970	1971	1972	1973	1977 ¹⁾	1978 ¹⁾	1979 ¹⁾	1980 ¹⁾
	N	%										
Departement Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake)	N	%	*	*	5985 76,9	6406 76,1	6737 69,9	7229 68,6	8028 69,8	9864 66,5	9653 57,4	13624 76,5
Departement Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingsake)	N	%	*	*	2788 47,5	3159 48,4	3516 47,4	3540 43,0	6701 39,7	3093 ³⁾ 43,9	3729 ³⁾ 47,4	4415 ³⁾ 48,8
Departement van Onderwys en Opleiding	N	%	*	*	2500 33,4	3623 30,0	4035 27,2	5055 29,4	13181 38,7	12315 ²⁾ 37,5	21907 36,5	31751 34,5
Vier provinsiale onderwysdepartemente gesamentlik	N	%	30873 57,5	35332 59,5	35778 ⁴⁾ 52,7	43634 54,6	44930 53,4	40873 ⁴⁾ 52,2	62928 63,6	68923 64,9	72356 66,9	73528 67,5

- 1) Die syfers vir hierdie jare sluit die praktiese kursus in.
 - 2) Die syfer vir 1978 sluit Venda in.
 - 3) Die syfers sluit slegs st. 10-leerlinge in.
 - 4) Syfers vir Natal nie beskikbaar nie en dus nie ingesluit nie.
- * Syfers nie vergelykbaar.

GRAFIEK 2

PERSENTASIES STANDERD 9- EN 10-LEERLINGE MAT WISKUNDE GENEEM HET



1) Die persentasies vir 1977, '78, '79 en '80 sluit die praktiese kursus in.

2) Die persentasies van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingbetrekkings) sluit slegs st. 10-leerlinge in.

TABEL 2.4

GETALLE EN PERSENTASIESSTS. 9- EN 10-LEERLINGE WAT BIOLOGIE GENEEM HET, VOLGENS BEHEERINSTANSIE

Beheerinstansie	Jaar		1964	1968	1970	1971	1972	1973	1977 ¹⁾	1978 ¹⁾	1979 ¹⁾	1980 ¹⁾
	N	%	x	x	5616 72,2	6336 75,3	7153 74,2	9025 85,6	8580 74,6	10174 68,6	11649 69,3	12636 70,9
Departement Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake)	N	%	x	x	5102 86,8	5941 91,1	6621 89,3	7709 93,5	15695 93,1	6450 ³⁾ 91,5	6971 ³⁾ 88,6	8353 ³⁾ 92,3
Departement Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingbetrekkings)	N	%	x	x	5783 ⁵⁾ 77,1	9270 ⁵⁾ 76,8	10970 ⁵⁾ 74,1	14732 ⁵⁾ 85,6	29153 85,6	2891 ²⁾ 85,5	52518 87,4	81854 88,9
Departement van Onderwys en Op-leiding	N	%	x	x	37103 ⁴⁾ 54,7	42465 53,1	45733 54,3	45512 ⁴⁾ 58,2	55453 56,1	60339 56,8	62398 57,7	59959 55,0
Vier provinsiale onderwysdepartemente gesamentlik	N	%	30173 56,2	34808 58,6	37103 ⁴⁾ 54,7	42465 53,1	45733 54,3	45512 ⁴⁾ 58,2	55453 56,1	60339 56,8	62398 57,7	59959 55,0

1) Die syfers vir hierdie jare sluit die praktiese kursus in.

2) Die syfer vir 1978 sluit Venda in.

3) Die syfers sluit slegs st. 10-leerlinge in.

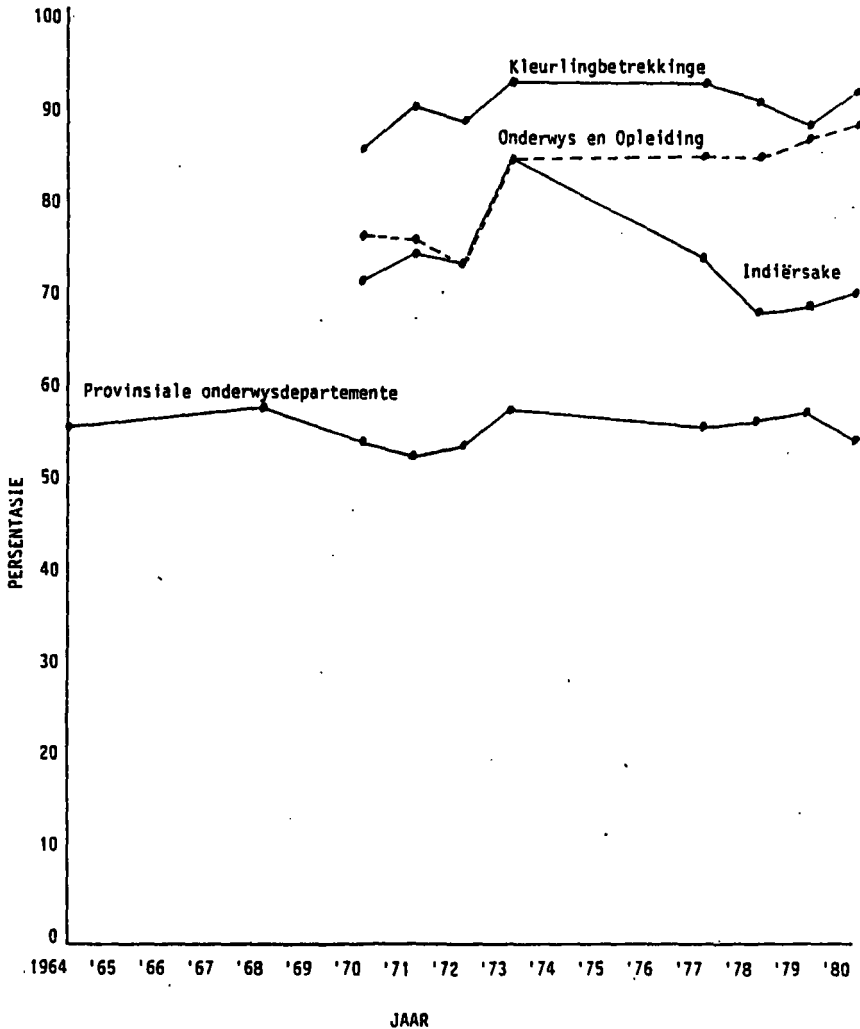
4) Syfers vir Natal nie beskikbaar nie en dus nie ingesluit nie.

5) Hierdie syfers sluit die leerlinge in wat Plantkunde, Dierkunde, Fisiologie en Gesondheidsleer geneem het.

* Syfers nie vergelykbaar.

GRAFIEK 3

PERSENTASIES STANDERD 9- EN 10-LEERLINGE WAT BIOLOGIE GENEEM HET



1) Die persentasies vir 1977, '78, '79 en '80 sluit die praktiese kursus in.

2) Die persentasies van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingbetrekkings) sluit slegs st. 10-leerlinge in.

persentasies standerd 9- en 10-leerlinge wat Natuur- en Skeikunde geneem het baie groter is by die vier provinsiale onderwysdepartemente as by die ander beheerinstansies. Dit blyk ook dat die daling in die persentasies leerlinge wat die vak in die vier provinsiale onderwysdepartemente geneem het en wat in 1971 'n laagtepunt bereik het, opgehef is en dat die vlakke van die sestigerjare weer bereik is.

- (ii) Van die ander onderwysdepartemente is die persentasies leerlinge wat Natuur- en Skeikunde in sts. 9 en 10 geneem het die grootste (31,3 % in 1980) by die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake). Alhoewel die persentasies van dié Departement ook 'n mooi styging getoon het van 18,0 in 1972 tot 31,3 in 1980 is die persentasie vir 1980 nog steeds baie laag as in aanmerking geneem word dat 79,2 % van die sekondêre skole van die Departement Natuur- en Skeikunde in 1980 aangebied het (tabel 2.1).
- (iii) Die persentasies leerlinge van die Departement van Onderwys en Opleiding (22,4 % in 1980) en die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingbetrekkings) (19,7 % in 1980) is baie laag en toon ook nie 'n stygende tendens nie.

b. Wiskunde

- (i) Die gegewens ten opsigte van Wiskunde soos vervat in tabel 2.3 en grafiek 2 toon dat die persentasies leerlinge wat Wiskunde in sts. 9 en 10 geneem het, by elk van die beheerinstansies hoër is as die ooreenstemmende persentasies leerlinge wat Natuur- en Skeikunde geneem het. Opmerklik is ook die hoër persentasies leerlinge wat Wiskunde geneem het in skole van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake) - 76,5 persent in 1980.
- (ii) By die vier provinsiale onderwysdepartemente is die dalende tendens in die persentasies leerlinge wat Wiskunde in die vroeë sewentigerjare geneem het, sedert 1973 omgekeer en is die persentasie leerlinge wat Wiskunde in 1980 geneem het, hoër as op enige tydstip sedert 1964.
- (iii) Die persentasies van die Departement van Onderwys en Opleiding (34,5 % in 1980) wat tussen 30 en 40 % wissel, en die van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingsake) - 48,8 % in 1980 - wat tussen 40 en 50 % wissel, is aansienlik laer as die ooreenstemmende persentasies vir die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake) en die vier provinsiale onderwysdepartemente.

c. Biologie

- (i) Die gegewens vervat in tabel 2.4 en grafiek 3 toon dat by die Departemente van Onderwys en Opleiding en Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingsake) die persentasies leerlinge wat Biologie in sts. 9 en 10 geneem het, besonder hoog is in vergelyking met die persentasies leerlinge wat Natuur- en Skeikunde en Wiskunde geneem het. Die persentasies van die Departement van Onderwys en Opleiding het ook 'n styging getoon van 74,1 in 1972 tot 88,9 in 1980.
- (ii) Die gegewens van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiër-sake) vir die afgelope tien jaar toon dat die persentasies leerlinge wat Biologie geneem het nie veel verskil van die persentasies leerlinge wat Wiskunde geneem het nie. Die persentasies wat Biologie geneem het, het ook redelik konstant gebly met die uitsondering van 1973.
- (iii) Vir die vier provinsiale onderwysdepartemente het die persentasies leerlinge wat Biologie neem die afgelope 17 jaar slegs in 'n geringe mate gefluktueer. Groter persentasies leerlinge het ook deurgaans Biologie geneem as wat Natuur- en Skeikunde geneem het.

2.3.3 Gesindhede van leerlinge teenoor die natuurwetenskappe en Wiskunde

a. Natuur- en Skeikunde, Wiskunde en Biologie as gunstelingvakke van leerlinge wat die vak neem.

In die ondersoek wat die RGN in 1977 na die onderrig van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde aan Blanke sekondêre skole geloods het, is onder andere die gesindhede van leerlinge teenoor die vakke getoets (2, 1981). Die getal standerd 10-leerlinge wat aangedui het dat 'n vak hulle gunstelingvak is, dit wil sê dat hulle die meeste van die betrokke vak hou, is uitgedruk as 'n persentasie van die getal leerlinge wat die vak neem. Die verkrygte persentasies is gemeet aan die waarskynlikheid dat 'n vak 'n 16,7 % - kans het om as gunstelingvak aangedui te word (waar 'n standerd 10-leerling 6 vakke neem). Uit die ondersoek het die volgende geblyk:

1. Natuur- en Skeikunde

Die verkrygte persentasies vir Natuur- en Skeikunde-seuns (16,1 %) het (op die 5 % beduidendheidsvlak) getoon dat Natuur- en Skeikunde by die seuns wat die vak neem, nie besonder gewild of ongewild is nie - die gewildheid kan as normaal beskou word. Voorgenoemde persentasie moet ook

gesien word teen die agtergrond van die 61 % seuns in die ondersoekgroep wat Natuur- en Skeikunde op een of ander vlak neem.

Slegs 8,7 % van die meisies wat Natuur- en Skeikunde neem, het dié vak as hulle gunstelingvak aangedui. Hierdie persentasie dui, op die 1 %-beduidendheidsvlak, daarop dat Natuur- en Skeikunde beslis ongewild is by die meisies wat dit neem. (Hierby moet ook in ag geneem word dat slegs 19 % van alle standaard 10-meisies in die ondersoekgroep Natuur- en Skeikunde neem.)

2. Wiskunde

Die persentasies vir Wiskunde-seuns (18,0 %) en Wiskunde-meisies (17,8 %) het (op die 5 %-beduidendheidsvlak) getoon dat Wiskunde by sowel seuns as meisies wat die vak neem, nie besonder gewild of ongewild is nie. Die persentasies seuns en meisies in die ondersoekgroep wat Wiskunde geneem het, is onderskeidelik 79 en 44.

3. Biologie

Aan die ander kant toon die persentasies vir Biologie-seuns (21,3 %) en Biologie-meisies (25,2 %) dat met 99 %-sekerheid aanvaar kan word dat dié vak meer gewild is as die normale verwagting by sowel die seuns as meisies wat dit neem. Biologie kan trouens beskou word as 'n uiters gewilde vak, veral by die meisies, gesien teen die agtergrond van die 57 % seuns en 80 % meisies in die ondersoekgroep wat Biologie neem.

Dit blyk dus dat Biologie meer gewild is by die leerlinge wat dit neem as wat die geval met Wiskunde en Natuur- en Skeikunde is, en dit wil ook voorkom of meisies Biologie neem ten koste van Natuur- en Skeikunde en in 'n mindere mate Wiskunde.

b. Standaard 10-leerlinge se beplande studierigtings aan 'n universiteit

'n Ander aspek wat, benewens die belangrikheid van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde, ook die gewildheid daarvan kan weerspieël is die leerlinge se beoogde studierigtingkeuse. Aan dié aspek is ook tydens die RGN se ondersoek aan Blanke skole (1977) aandag gegee (2, 1981).

In tabel 2.5 word die getalle en persentasies standaard 10-leerlinge wat beplan om 'n graadkursus te volg volgens beoogde studierigtingkeuse aangedui. Hieruit blyk dat 6,6 % van die seuns en 9,5 % van die meisies wat 'n graadkursus beplan, in die suiwer natuurwetenskappe en Wiskunde wil studeer.

TABEL 2.5

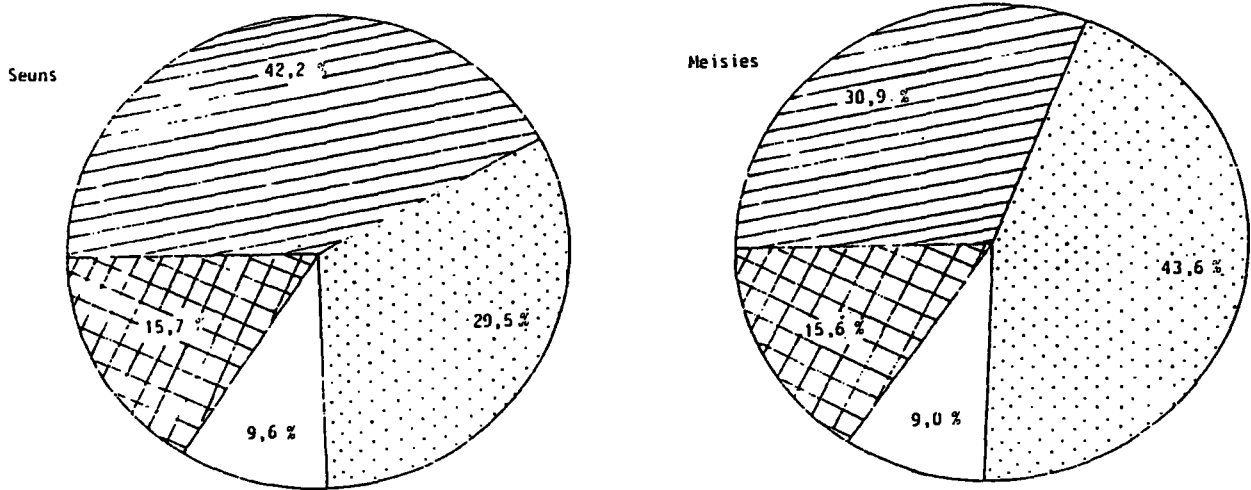
DETALLE ST. 10-LEERLINGE (BLANKES) WAT STUDIERIGTINGS AANGEDUI HET WAARIN BEPLAN WORD OM 'N GRAADKURSUS AAN 'N UNIVERSITEIT TE VOLG.

Beplande studierigting	Geslag		Seuns		Meisies		Totaal	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Tale	44	4,3	126	15,6	170	9,2		
Sosiale Wetenskappe	15	1,5	63	7,8	78	4,2		
Geskiedenis, Aardrykskunde	17	1,6	31	3,8	48	2,6		
Stielkunde, Industriële Stielkunde	21	2,0	28	3,5	49	2,7		
Skone kunste of musiek	13	1,3	52	6,4	65	3,5		
Ekonomie, Handel en Administrasie	162	15,7	49	6,0	211	11,5		
Staats- of Bestuurswetenskappe	3	0,3	2	0,2	5	0,3		
Teologie	30	2,9	1	0,1	31	1,7		
Regsgeleerdheid	79	7,7	18	2,2	97	5,3		
Argitektuur, Bourekenkunde, Kosteberekening	31	3,0	7	0,9	38	2,1		
Krygskunde	35	3,4	0	0,0	35	1,9		
Natuurwetenskappe, Wiskunde	62	6,6	77	9,5	145	7,9		
Landbou, Bosbou	64	6,2	4	0,5	68	3,7		
Ingenieurswese	150	14,5	4	0,5	154	8,4		
Veeartsenykunde	24	2,2	12	1,5	36	2,0		
Geneeskunde	65	6,3	53	6,5	118	6,4		
Verpleegkunde	0	0,0	59	7,3	59	3,2		
Tandheelkunde	40	3,9	13	1,6	53	2,9		
Aptekerswese	25	2,4	28	3,5	53	2,9		
Onseker	99	9,6	73	9,0	172	9,3		
Ander	46	4,5	110	13,6	156	8,5		
TOTAAL	1 031	100,0	810	100,0	1 841	100,0		

GRAFIEK 4

SIRKELDIAGRAM 1

GETAL ST. 10-LEERLINGE WAT BEPLAN OM 'N GRAADKURSUS IN EEN VAN DIE NATUURWETENSKAPLIKE RIGTINGS* TE VOLG, UITGEDRUK AS 'N PERSENTASIE VAN DIE GETAL ST. 10-LEERLINGE WAT BEPLAN OM 'N GRAADKURSUS TE VOLG



Natuurwetenskaplike rigtings

Ander

Onseker

Seuns: Ekonomie, Handel, Administrasie

Meisies: Tale

* Natuurwetenskaplike rigtings omvat die studierigtings suiwer natuurwetenskappe/Wiskunde; Landbou/Bosbou; Ingenieurswese; Veeartsenykunde; Geneeskunde; Verpleegkunde; Tandheelkunde en Aptekerswese

Indien al die studierigtings wat verband hou met die natuurwetenskappe, naamlik suiwer natuurwetenskappe/Wiskunde, Landbou/Bosbou, Ingenieurswese, Veeartsenykunde, Geneeskunde, Verpleegkunde, Tandheelkunde en Aptekerswese, saam groepeer word onder die opskrif natuurwetenskaplike rigting word 'n duideliker beeld van die belangstelling in hierdie rigting verkry. In sirkeldiagram 1 is die getal leerlinge wat beplan om 'n graadkursus uit hierdie versameling te neem, uitgedruk as 'n persentasie van die getal leerlinge wat 'n graadkursus beoog. Hieruit blyk dat 42,2 % van die seuns wat beplan om 'n graadkursus te volg, beoog om in 'n natuurwetenskaplik-verwante rigting (dit is suiwer natuurwetenskappe/Wiskunde; Landbou/Bosbou; Ingenieurswese; Veeartsenykunde; Geneeskunde; Verpleegkunde; Tandheelkunde en Aptekerswese) te studeer. By die meisies (30,9 %) is hierdie persentasie aansienlik kleiner.

Dit wil dus voorkom of daar wel by die seuns 'n gebrek aan belangstelling ten opsigte van die huidige algemene B.Sc.-graad bestaan, terwyl daar 'n waarneembare geesdrif te bespeur is vir vakkundige of beroepsgerigte opleiding in die natuurwetenskappe wat lei tot 'n bepaalde identifiseerbare beroep.

2.3.4 Getalle en persentasies eerste B.-grade toegeken

Die getalle en persentasies eerste B.-grade toegeken in die basiese natuurwetenskappe (suiwer B.Sc.) en toegepaste natuurwetenskappe (Geneeskunde, Aptekerswese, Ingenieurswese, Landbou en ander toegepaste natuurwetenskappe) word in tabel 2.6 aangetoon vir die tydperk 1960 tot 1978 (ingedeel in tydintervalle). Die getal eerste B.-grade wat in die betrokke studierigting toegeken is, is uitgedruk as 'n persentasie van die totale getal eerste B.-grade toegeken in die betrokke interval.

Uit die tabel blyk dat die persentasie eerste B.-grade wat in die basiese natuurwetenskappe aan Blankes toegeken is stelselmatig afgeneem het van 17,3 % in die tydinterval 1960 - 1964 tot 10,3 % in die tydinterval 1975 - 1978. Terselfdertyd het die persentasie eerste B.-grade toegeken in die toegepaste natuurwetenskappe afgeneem van 24,1 % in die interval 1960 - 1964 tot 21,3 % in die interval 1975 - 1978. Die persentasie eerste B.-grade toegeken in al die natuurwetenskaplike rigtings gesamentlik het afgeneem van 41,4 (1960 - 1964) tot 31,6 (1975 - 1978). Die persentasies B.-grade toegeken aan die ander bevolkingsgroepe gesamentlik het vir sowel die basiese as toegepaste natuurwetenskappe nie veel verander oor die afgelope nege jaar nie.

TABEL 2.6

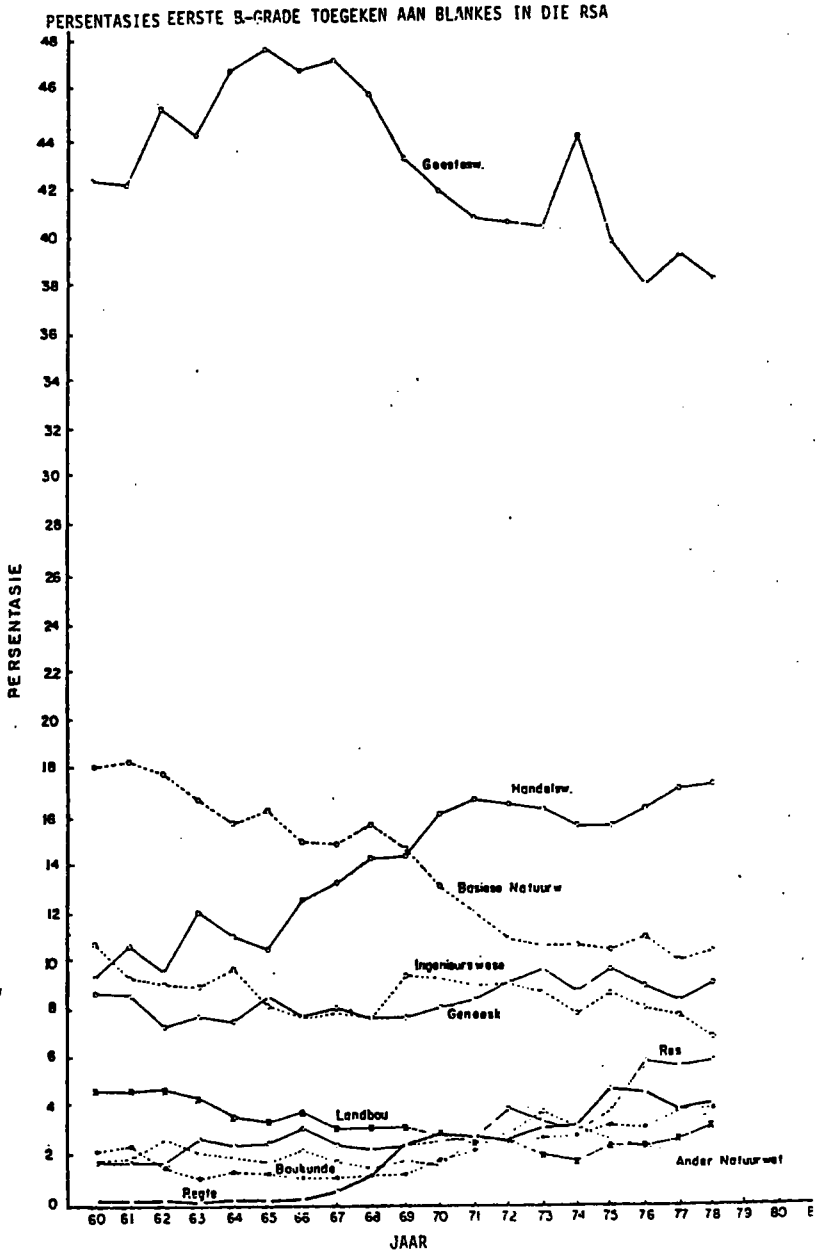
GETALLE EN PERSENTASIES EERSTE B-GRADE TOEGEKEN IN DIE NATUURWETENSKAPPE IN DIE RSA VANAF 1960 TOT 1978

Bevolkingsgroep	Jaarinterval		1960-64	1965-69	1970-74	1975-78
	Studierigting					
Blankes	Basiese natuurwetenskappe (Suiwer B.Sc.)	**N %	3456 17,3	4148 15,3	4299 11,4	4298 10,3
	Toegepaste natuurwetenskappe (Ingenieurswese, Geneeskunde, Landbou, Aptekerswese; e.a.)	N %	4797 24,1	5738 21,2	8544 22,6	8849 21,3
	Totaal (Alle natuurwetenskappe)	N %	8253 41,4	9886 36,5	12843 33,9	13147 31,6
Ander bevolkings- groepe gesament- lik	Basiese natuurwetenskappe (Suiwer B.Sc.)	N %	x	x	484 12,2	683 12,7
	Toegepaste natuurwetenskappe (Ingenieurswese, Geneeskunde, Landbou, Aptekerswese, e.a.)	N %	x	x	590 14,9	774 14,4
	Totaal (Alle natuurwetenskappe)	N %	x	x	1074 27,2	1457 27,0

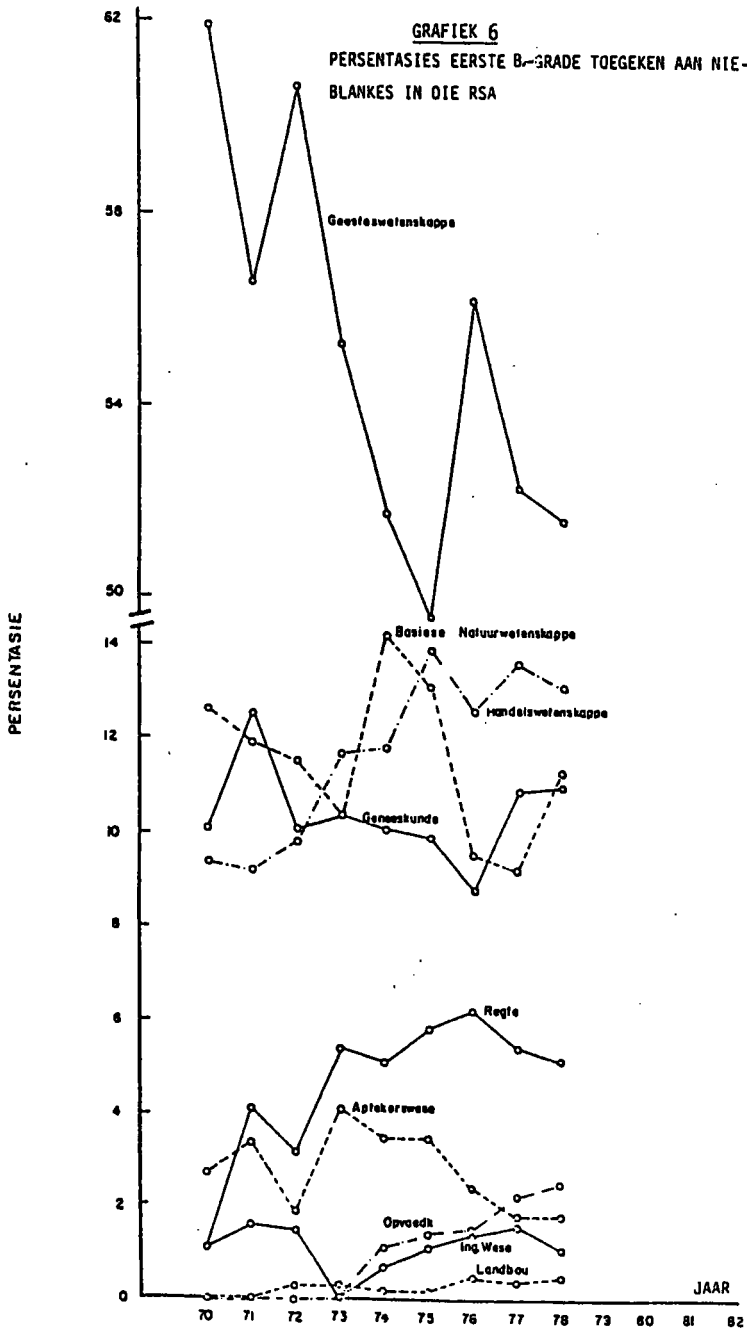
* Syfers nie beskikbaar.

**N = Totale getal eerste B-grade toegeken in die betrokke periode.

GRAFIEK 5



GRAFIEK 6
**PERSENTASIES EERSTE B-GRADIGE TOEGEKEN AAN NIE-
 BLANKES IN DIE RSA**



In grafiek 5 word die daling in die persentasie eerste B.-grade (Blankes) toegeken in die basiese natuurwetenskappe in die betrokke tydperk, grafies geïllustreer. Hierteenoor het die persentasie eerste B.-grade toegeken in die toegepaste natuurwetenskappe min gefluktueer terwyl eerste B.-grade in die handelwetenskappe byvoorbeeld hand oor hand toegeneem het.

Grafiek 6 is 'n illustrasie van die ooreenstemmende persentasies eerste B.-grade toegeken aan studente van die ander bevolkingsgroepe gesamentlik. Hierin blyk dat die persentasie B.-grade toegeken in die basiese en toegepaste natuurwetenskappe redelik konstant gebly het, terwyl die persentasie grade toegeken in van die ander fakulteite (Handelwetenskappe, Regte) 'n redelike styging getoon het.

2.3.5 Gevolgtrekkings

n Beskouing van paragrawe 2.3.1 tot 2.3.4 het die volgende opvallende aspekte na vore gebring:

- (a) Die lae persentasies skole van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingbetrekkinge) en Onderwys en Opleiding, onderskeidelik 40,2 en 41,9 in 1980, wat Natuur- en Skeikunde aanbied. Hierdie persentasies is in teenstelling met die redelike hoë persentasies skole van die genoemde en ander beheerinstansies wat Biologie en Wiskunde aanbied.
- (b) Die daling wat in die vroeë sewentigerjare voorgekom het in die persentasies leerlinge van die vier provinsiale onderwysdepartemente wat Natuur- en Skeikunde en Wiskunde neem, is opgehef en huidig neem groter persentasies leerlinge van dié onderwysdepartemente dié twee vakke as op enige tydstip gedurende die vroeë sestigerjare.
- (c) Die persentasies leerlinge van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake en Kleurlingbetrekkinge) en Onderwys en Opleiding, wat Natuur- en Skeikunde neem, is baie laag (31,3, 19,7 en 22,4 onderskeidelik in 1980).
- (d) Baie kleiner persentasies leerlinge van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingbetrekkinge) en Onderwys en Opleiding neem Wiskunde as wat die geval is by die ander beheerinstansies. Die genoemde twee departemente se persentasies vir 1980 is 48,8 en 34,5.
- (e) Die persentasies leerlinge wat Biologie neem is by die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake) en veral by die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingbetrekkinge) en Onderwys en Opleiding

besonder hoog. Die persentasies by die genoemde drie departemente is 70,9, 92,3 en 88,9.

- (f) Opmerklik klein is die persentasies leerlinge van die Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake) wat Natuur- en Skeikunde neem en die Departement van Onderwys en Opleiding wat Wiskunde neem, ten spyte van die groot persentasies skole van die twee departemente wat die vakke aanbied. Die persentasies leerlinge is onderskeidelik 31,3 en 34,5 en die persentasies skole is 79,2 (Indiërsake) en 98,9 (Onderwys en Opleiding).
- (g) Natuur- en Skeikunde is onder sowel meisies in die algemeen as meisies wat die vak neem beslis ongewild. Dit blyk dat hulle eerder Biologie neem, waarskynlik ten koste van Natuur- en Skeikunde.
- (h) Daar is 'n gebrek aan belangstelling by Blankes ten opsigte van naskoolse studierigtings in die basiese natuurwetenskappe (suiwer B.Sc). Die persentasie eerste B.-grade toegeken aan Blankes in die basiese natuurwetenskappe is ook steeds besig om af te neem.
- (i) 'n Baie kleiner persentasie meisies as seuns stel belang om 'n graadkursus in die toegepaste natuurwetenskappe te volg.

2.3.6 Algemene gevolgtrekking

Dit blyk dat in die algemeen Natuur- en Skeikunde en Wiskunde nie besonder gewilde vakke is nie. Natuur- en Skeikunde is trouens by sekere groepe, byvoorbeeld meisies, beslis baie ongewild. Biologie aan die ander kant is redelik gewild by sowel leerlinge in die algemeen as leerlinge wat die vak neem. Die natuurwetenskaplike rigting is ook as naskoolse studierigting nie so gewild as wat noodsaaklik geag word nie.

2.4 BEVORDERING VAN DIE GEWILDHEID VAN DIE NATUURWETENSAPPE EN WISKUNDE

Alvorens aanbevelings ter bevordering van die gewildheid van die natuurwetenskappe en Wiskunde gestel word, word faktore wat tot die huidige situasie bygedra het, in oënskou geneem.

2.4.1 Moontlike redes vir die gewildheid/ongewildheid van die natuurwetenskappe en Wiskunde

Hoewel dit aanvaar word dat die gewildheid of ongewildheid van 'n vak deur 'n verskeidenheid faktore bepaal word, word met hierdie verslag gepoog om daardie faktore te isoleer waarop betekenisvolle kommentaar gelewer kan

word en waarop private en openbare inrigtings en instellings betekenisvolle kommentaar gelewer het. Die redes vir die gewildheid of ongewildheid van die vakke word verder gegroepeer volgens die onderwysfase waarop dit betrekking het, en derhalwe word n onderskeid gemaak tussen die redes wat op die sekondêre skool (junior en senior sekondêre skoolfasies) en op tersiêre onderwys betrekking het. Hoewel van die redes ineengeveg is en met mekaar verband hou, word die redes wat op die sekondêre skool betrekking het, volgens vakke onderskei. Met die bespreking van die redes wat op tersiêre onderwys betrekking het, word gepoog om n globale beeld van die gewildheid van die natuurwetenskappe en Wiskunde aan tersiêre onderwysinrigtings te gee.

a. Gewildheid van die natuurwetenskappe/Wiskunde op sekondêre skoolvlak

1. Natuur- en Skeikunde

Volgens die statistieke wat in die voorgaande paragrawe verstrek is, is Natuur- en Skeikunde relatief ongewild. n Gedetailleerde ontleding van die statistieke vir Blanke leerlinge toon dat Natuur- en Skeikunde uiters ongewild by dogters is. Hoewel die leerlinge wat Natuur- en Skeikunde neem (as persentasie van die skoolbevolking uitgedruk) n toename toon, moet hierdie toename eerder aan die instelling van Natuur- en Skeikunde as n verpligte vak aan tegniese skole as aan n verhoging in gewildheid toegeskryf word. Die volgende faktore is getsoleer as die mees algemene faktore wat aanleiding gee tot die ongewildheid van Natuur- en Skeikunde:

(a) Sillabusse

Daar is algemene eenstemmigheid dat die sillabusse wat in 1969 ingevoer is, die brandpunt is van die huidige reaksie teen Natuur- en Skeikunde. Hierdie stelling word gestaaf deur data van Swanepoel (11, 1981). Die volgende menings insake die sillabus word deur n groot aantal deskundiges ondersteun:

- . Dit is te teoreties en konseptueel van aard.
- . Die volume werk wat gedek word, is te omvangryk.
- . Die praktiese benadering is onvoldoende, byvoorbeeld te min "nat" Skeikunde.
- . Dit het nie betrekking op sosiale behoeftes nie.
- . Die ontwikkelingsvlak van die leerlinge maak die abstrakte benadering van die sillabusse uiters moeilik begrypbaar vir die leerlinge.
- . Dit is te onbuigsam.

- Koördinasie tussen die Wiskunde- en Natuur- en Skeikunde-sillabusse is onvoldoende.
- Daar is weinig korrelasie tussen die Algemene Wetenskap- en Natuur- en Skeikunde-sillabusse.

(b) Onderwysers

Dit blyk dat die tweede belangrikste faktor met betrekking tot die huidige stand van die vak se gewildheid, is die onverkrygbaarheid van hoogs gekwalifiseerde en bevoegde onderwysers om die vak op 'n toereikend stimulerende wyse te onderrig (11, 1981). Kommentaar wat ontvang is, sluit die volgende in:

Die tekort aan bevoegde Wetenskap-onderwysers aan sekondêre skole het tot gevolg dat:-

- (i) daar sekondêre skole is wat nie in staat is om die vak aan te bied nie;
- (ii) leerlinge wat deur onbevoegde onderwysers onderrig is, 'n swak begrip van en bekwaamheid in die vak openbaar, en
- (iii) leerlinge deur hulle medeleerlinge, ouers en selfs skoolhoofde ontmoedig word om die vak te neem, wat veral aan Swart skole die geval is.

(c) Laboratoriums

Daar is algemene konsensus dat laboratoriumwerk in hoofsaak onbevredigend is, veral aan Swart, Indiër- en Kleurlingskole. Die redes hiervoor is -

- dat sommige skole nie oor laboratoriums beskik nie;
- laboratoriums onbevredigend toegerus is;
- die hoë leerling - personeelverhouding wat betekenisvolle individuele laboratoriumwerk uiters moeilik maak;
- onderwysers wat nie ervaring in die gebruik van apparaat het nie;
- die druk om die lang sillabusse deur te werk, die behoefte aan tegniese assistente en die tyd wat vereis word om die laboratorium vir eksperimente gereed te maak, en
- die afwesigheid van geskikte laboratoriumhandleidings.

(d) Wetenskaplike en tegnologiese geletterdheid

Die aard van die vak stel intellektueel hoër eise as ander vakke. Die gebrek aan wetenskaplike en tegnologiese agtergrond van groot groepe van die bevolking sowel as taalprobleme, het tot gevolg dat die begrip van die vak op primêre, sekondêre en tersiêre onderwysvlak uiters nadelig beïnvloed word. Gevolglik is die vakke ongewild, veral op sekondêre onderwysvlak.

(e) Sukses as maatstaf

As gevolg van verskeie redes behaal leerlinge lae punte in Natuur- en Skeikunde en dit blyk dat die lae prestasies ander leerlinge ontmoedig om die vak te neem.

(f) Beroepsgeleenthede

Die beroepsgeleenthede vir en vraag na gegradueerde natuurwetenskaplikes (natuur- en skeikundiges) word nie voldoende aan skole bekend gestel nie, veral nie aan leerlinge wat tot die senior sekondêre skoolfase toetree nie.

2. Wiskunde

Die redes vir die ongewildheid van Natuur- en Skeikunde geld ook vir Wiskunde (11, 1981). Die volgende probleemareas wat op die ongewildheid van Wiskunde betrekking het, word spesiaal uitgesonder:

- * Die huidige sillabus word as te lank en te abstrak en teoreties beskou - dit hou nie verband met die alledaagse lewe nie.
- * Onvoldoende gekwalifiseerde en onbevoegde Wiskunde-onderwysers het tot gevolg dat daar sekondêre skole is wat nie die vak aanbied nie, dat leerlinge 'n swak begrip van en bekwaamheid in Wiskunde openbaar, en dat leerlinge deur hulle medeleerlinge, ouers en selfs skoolhoofde ontmoedig word om die vak te neem.
- * Handboeke bied die leerstof verbeeldingloos en eentonig aan.
- * Swak prestasie in die vak gedurende die junior sekondêre skoolfase weerhou leerlinge daarvan om die vak in sts. 8, 9 en 10 (senior sekondêre skoolfase) te neem.
- * Baie leerlinge vind dit ook te moeilik en is bevrees dat hulle die vak in st. 10 sal druipe.

Dit blyk verder dat die aansienlike belangstelling in Wiskunde toegeskryf kan word aan die feit dat Wiskunde 'n vereiste vir sommige tersiêre studierigtings is.

3. Biologie

Blykens die persentasie leerlinge wat Biologie neem, kan Biologie as 'n baie gewilde vak beskou word. Die redes vir die gewildheid van Biologie is soos volg:

- *Die sillabus is vir die leerlinge aantreklik omdat dit met leerlinge se persoonlike ervarings verband hou.
- *Die aanbieding van praktiese werk is geen probleem nie omdat materiaal vir praktiese werk geredelik beskikbaar is en omdat praktiese werk selfs in skole met beperkte laboratorium-fasiliteite aangebied kan word.
- *Aangesien die aanbieding van die Biologiekomponent van Algemene Wetenskap in die junior sekondêre skoolfase met die leerlinge se ervarings van die natuurlêwe verband hou en met verbandhoudende veldwerk aangevul word, stel die leerlinge meer in Biologie belang.
- *Aangesien Biologie in die junior sekondêre skoolfase met die leerlinge se ervaring van die natuurlêwe verband hou, is hul eksamenprestasie beter in die Biologiekomponent van Algemene Wetenskap. Dit spoor gevolglik die leerlinge ook aan om met die studie van Biologie as vak voort te gaan.

Blykens die kommentaar wat ontvang is, is daar baie leerlinge wat Biologie neem as 'n reaksie teen Natuur- en Skeikunde en Wiskunde, en nie noodwendig omdat hulle 'n inherente belangstelling in Biologie as vak het nie. Dit is veral die geval in Swart en Kleurlingskole waar die persentasie st. 9- en 10-leerlinge (gewone en praktiese kursus) wat Biologie neem in 1980 onderskeidelik 88,9 en 92,3 was. Die persentasies vir die ooreenstemmende standerds in 1980 was vir Indiër- en Blanke skole 70,9 en 55,0 onderskeidelik. Die persentasie st. 9- en 10-leerlinge in Swart, Kleurling-, Indiër- en Blanke skole wat Natuur- en Skeikunde neem, is onderskeidelik 22,4, 19,7, 31,3 en 48,8. Die redes wat vir hierdie oënskynlike belangstelling in Biologie aangevoer word, is die volgende:

- * Die vak kan geslaag word deur die inhoud te memoriseer. Die eksamen is gebonde aan die inhoud en vereis in veel mindere mate probleemoplossing. Die vak is meer konkreet en vereis nie dieselfde graad van abstraktheid as Natuur- en Skeikunde en Wiskunde nie. 'n Gevolg hiervan is dat die ondergekwalfiseerde onderwyser beter daartoe in staat is om Biologie te onderrig as wat die geval is met Natuur- en Skeikunde.
- * Daar is meer gekwalfiseerde onderwysers vir Biologie en gevolglik is Biologie in sommige skole verpligtend.
- * In sommige skole is Wiskunde en Natuur- en Skeikunde verpligte kombinasievakke. Gevolglik kies die leerlinge makliker vakke en wel Biologie. Natuur- en Skeikunde en Wiskunde het oor die afgelope tien jaar die reputasie van "moeilike vakke" verwerf.
- * Onderwysers wat Algemene Wetenskap onderrig, het 'n sterker opleiding in Biologie as in Natuur- en Skeikunde en gevolglik word leerlinge meer ten gunste van Biologie beïnvloed.

b. Tersiêre onderwysvlak

'n Onlangse opname van die gesindheid van seuns aan Blanke skole toon 'n geringe belangstelling in die huidige algemene B.Sc.-graad. Daarenteen openbaar hulle groot entoesiasme vir kwalifikasies in die professionele beroepsrigtings, byvoorbeeld medies, ingenieurswese, rekenaarwetenskap, ens. Hierdie belangstelling word bevestig deur die getal gegradueerdes in hierdie rigtings (kyk grafiek 5, bl. 21). Dieselfde gesindheid kom ook by Kleurling-, Swart en Indiërstudente voor soos blyk uit die inskrywings van eerstejaarstudente aan universiteite. Die totaalbeeld vir die universiteite toon 'n afname in die persentasie studente wat inskryf vir en in die natuurwetenskappe gradueer, terwyl die persentasie studente wat vir medies, ingenieurswese, apteekwese, ens. inskryf en in dié rigtings gradueer, nagenoeg konstant bly.

Die redes vir die afname in studente in die natuurwetenskappe en Wiskunde is die volgende:

- (i) Die beroepsmoontlikhede vir natuurwetenskaplikes en wiskundiges is nie aanloklik nie.

- (ii) Natuurwetenskaplikes en wiskundiges het geen professionele status nie, terwyl medici en ingenieurs hoë professionele status en aansien geniet.
- (iii) Skrander st. 10-leerlinge word deur die beter finansiële vergoeding van die mediese en ingenieursprofessie gelok.
- (iv) Kursusinhoud (leerstof) aan universiteite toon weinig verband met die skoolsillabusse.
- (v) Die B.Sc.-kursus is duur en neem baie tyd in beslag in vergelyking met kursusse van sommige ander fakulteite.
- (vi) Die groot getalle studente wat in die geesteswetenskaplike rigtings kwalifiseer - veral Swart en Kleurlingstudente - kan beteken dat baie van hierdie studente nie in staat is om in die natuurwetenskappe te studeer nie, of dat aan hulle nie hulp verleen word om die gaping tussen die onderrig in die natuurwetenskappe aan die skool en die universiteit te oorbrug nie.
- (vii) Die behoefte aan toetse om studente se potensiaal te bepaal, het tot gevolg dat studente vir bepaalde studierigtings verlore gaan omdat betekenisvolle seleksie nie kan geskied sonder betroubare toetse nie. Sonder toetse vind seleksie op 'n arbitrêre grondslag plaas.
- (viii) Die kwaliteit van universiteitsonderrig is nie na wense nie.
- (ix) Onvoldoende navorsing na die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde op tersiêre onderwysvlak word aan universiteite en teknikons onderneem, met die gevolg dat kennis ontbreek oor die redes waarom daar veral in die eerstejaarkursusse 'n hoë driupsyfer in die natuurwetenskapfakulteite is.
- (x) Beter en nouer samewerking tussen sowel die verskillende fakulteite van tersiêre onderwysinrigtings as tussen die verskillende onderwysinrigtings onderling, kan dit moontlik maak vir studente wat druipe om in dieselfde beroepsrigting te bly, maar op 'n ander vlak of aan 'n ander inrigting sy studies voort te sit.
- (xi) Die huidige subsidieformule vir universiteite gee aanleiding tot 'n groot studentebevolking in plaas van 'n toename in suksesvolle gegradueerdes.

2.4.2 Aanbevelings om die gewildheid van die natuurwetenskappe en Wiskunde te verhoog

Hoewel die volgende aanbevelings in hoofsaak op Natuur- en Skeikunde en Wiskunde betrekking het, is van die aanbevelings ook op Biologie van toepassing.

a. Aanbevelings insake sillabusse

- (i) Die begrippe wat in die sillabusse vir die vakke in elke skoolfase aangebied word, moet binne die leerlinge se bevatlikheidsvermoë (begripsvermoë) val.
- (ii) Die verwantskap tussen wetenskap, tegnologie en die gemeenskap moet voortdurend deur die sillabusse beklemtoon word.
- (iii) Die sillabusse moet kort genoeg wees om voldoende tyd vir toepaslike praktiese eksperimente toe te laat. Om dit moontlik te maak, moet oorweging geskenk word aan die strukturering van sillabusse volgens die "kern-plus-keuses"-patroon.
- (iv) Die sillabusse wat vir die verskillende vlakke op skool, universiteite en inrigtings vir naskoolse onderwys voorgeskryf word, moet waar dit van toepassing is, omsigtig gekoördineer word sodat daar sover moontlik vir die ontwikkeling van leerstof in elke opeenvolgende kursus voorsiening gemaak word, in plaas van onnodige herhaling van leerstof in opeenvolgende kursusse. Sillabusse van verskillende vakke behoort gekoördineer en geïntegreer te word.

b. Aanbevelings insake onderrig

- (i) Onderwysers behoort voldoende en toereikende kennis en begrip van hulle vakke te hê sodat die vakke met vertroue en entoesiasme aangebied kan word.

Indien onderwysers nie oor voldoende kennis en begrip van hulle vakke beskik nie, behoort indiensopleidingskursusse en deeltydse kursusse aan universiteite en kolleges benut te word en behoort minder ervare onderwysers die geleentheid gebied te word om leiding oor die onderrig van die vakke van streeksadviseurs te ontvang. Streeksadviseurs behoort onderwysende personeel in plaas van administratiewe inspekteurs te wees.
- (ii) Die belangrikheid van praktiese werk in die natuurwetenskappe en probleemoplossing in Wiskunde, en die behoefte wat leerlinge aan persoonlike leiding in dié verband het, vereis dat die leerling -

voel

onderwyserverhouding vir die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde laer as vir ander vakke behoort te wees.

- (iii) Kurrikulumbepanners behoort dringend aandag te gee aan die tydige verskaffing van handboeke wat meer verstaanbaar en aantreklik sal wees, en wat ook vir die moderne gemeenskap relevant sal wees. Die verskaffing van onderwysers- en laboratoriumhandleidings behoort dringend aandag te kry.
- (iv) Om die effektiewe onderrig van die natuurwetenskappe moontlik te maak, behoort elke skool van 'n laboratorium wat toereikend toege-
rus is, voorsien te word. Daar is tans 'n behoefte aan laborato-
riums veral aan Kleurling-, Indiër- en Swart skole.
- (v) Om die optimale benutting van laboratoriums te verseker, behoort opgeleide laboratoriumassistente in diens geneem te word. Verder behoort die natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers se werk-
klas met betrekking tot administratiewe verantwoordelikhede en buite-
murse aktiwiteite verminder te word, sodat hulle effektief by die
gee van onderrig in hul vakke betrokke kan wees.
- (vi) Om die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde effektiewer
en aanlokliker te maak, behoort onderwystegnologie ten volle inge-
skakel te word. Dit impliseer die verskaffing van, onder andere,
onderwys hulpmiddels soos films (16 mm films en video-kassette),
skyfie- en kassetbandaanbiedinge, rekenaargebaseerde onderrig-
programme, asook die gebruik van die televisie-uitsaaidiens
gedurende skoolure om deskundige onderrig in bepaalde onderwerpe
te gee.
- (vii) Toetsing en remediërende prosedures behoort ontwerp te word om by
die kursus ingeskakel te word om leerlinge te help en aan te
moedig om met die kursus voort te gaan in plaas van om die kursus
te staak.
- (viii) Om die leerlinge se selfvertroue in hul bekwaamheid om suksesvol
in die natuurwetenskappe en Wiskunde te wees, te ontwikkel, behoort
selfonderrig en ontdekking deurgaans gedurende die kursus beklem-
toon te word. In hierdie verband is die mikrorekenaar 'n nuttige
hulpmiddel.

Tegnologie

- (ix) Die huidige publikasies en kompetisies om die belangstelling van senior leerlinge in die natuurwetenskappe en Wiskunde te stimuleer en te bevorder (byvoorbeeld Archimedes en die Wiskunde Olimpiade), moet na die junior sekondêre skoolvlak uitgebrei word. Die publikasies behoort artikels te bevat wat gereedelik verstaanbaar vir 'n wyer spektrum van die skoolbevolking sal wees.
- (x) Voorsiening moet gemaak word, sowel finansieel as in terme van regulasies, dat leerlinge dikwels reise kan onderneem wat hulle in staat sal stel om die praktiese aanwending van die wetenskaplike begrippe wat hulle in die klas geleer het, in die natuur en in die nywerheid te sien en te beleef.

c. Aanbevelings insake die voorsiening van groter getalle onderwysers en leerlinge vir die natuurwetenskappe en Wiskunde

- (i) Alle moontlike pogings moet aangewend word om persone te werf om bevoegde onderwysers in hierdie vakke te word.
- (ii) Die salarisstruktuur en werksomstandighede van onderwysers - veral Natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers - behoort sodanig verbeter te word dat dit persone na die onderwysprofessie sal trek en sal verhoed dat onderwysers die diens verlaat.
- (iii) Diskriminasie teen onderwyseresse met betrekking tot salaris en diensvoorwaardes moet verwyder word.
- (iv) Die vakkeusemoontlikhede waaruit leerlinge by die toetrede tot die senior sekondêre skoolfase kan kies, behoort waar nodig vermeerder te word sodat daar meer vakkeusemoontlikhede bestaan wat die natuurwetenskappe en Wiskunde insluit.
- (v) Nouer skakeling behoort tussen skole en tersiêre onderwysinrigtings te bestaan sodat leerlinge die geleentheid gebied kan word om die natuurwetenskapdepartemente van universiteite en teknikons te besoek en sodat sprekers van hierdie inrigtings weer op hul beurt skole kan besoek om natuurwetenskap-georiënteerde praatjies te lewer.
- (vi) Die skoolvoorligtingsdiens aan skole behoort meer funksioneel te wees sodat die studie- en beroepsmoontlikhede wat die natuurwetenskappe en Wiskunde bied, effektiewer aan leerlinge oorgedra kan word, veral gedurende die senior sekondêre skoolfase.

d. Aanbevelings insake tersiêre onderwys

- (i) Universiteite behoort brugkursusse aan te bied wat op grond van navorsing ontwerp is, om die aansluiting tussen skool- en universiteitskursusse te verbeter, veral in Natuur- en Skeikunde en Wiskunde.
- (ii) Navorsing met betrekking tot die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde op tersiêre onderwysvlak asook in die senior sekondêre skoolfase behoort aan tersiêre onderwysinrigtings onderneem en uitgebou te word.
- (iii) Oorweging behoort geskenk te word aan die instel van vakke wat 'n kombinasie van ander vakke is, byvoorbeeld "Physichem" met komponente van Fisika, Chemie en tegnologie, asook Biologie met komponente van Plantkunde, Dierkunde, Fisiologie en Anatomie. Hierdie vakke kan moontlik die gewildheid van die natuurwetenskaplike vakke by onderwysstudente verhoog. Spesiale onderwysgerigte universiteitsgrade in die natuurwetenskappe waarvan die inhoud meer skoolgerig as die huidige B.Sc.(Ed.) grade is, behoort oorweging te geniet. Hierdie grade moet kan deurloop tot Meesters- en doktorsgrade.
- (iv) Universiteite moet self pogings aanwend om die natuurwetenskaplike studierigtings aan hulle inrigtings gewilder te maak deur middel van byvoorbeeld uitstallings, oop laboratoriums, lesings oor interessante onderwerpe rakende die verskillende natuurwetenskapdissiplines asook die gebruik van beter metodes van onderrig.

e. Aanbevelings insake die registrasie van professionele natuurwetenskaplikes

Die registrasie van professionele natuurwetenskaplikes by 'n statutêre raad word as noodsaaklik beskou om beroepsprobleme uit te skakel wat onder andere verband hou met die onregverdigte behandeling van en ongunstige beroepsmoontlikhede vir natuurwetenskaplikes in vergelyking met ander natuurwetenskaplik-georiënteerde professies soos geneeskunde en ingenieurswese. Gevolglik word dit as uiters noodsaaklik beskou dat die nodige stappe in dié verband sonder verdere versuim gedoen moet word.

2.5 DIE BYDRAE WAT DIE PRIVATE SEKTOR EN MASSAMEDIA LEWER OM DIE BELANGSTELLING IN DIE NATUURWETENSKAPLIKE VAKKE EN BEROEPSRIGTINGS AAN TE WAKKER

2.5.1 Aard en bydraes van die private sektor en massamedia

Die private sektor dra op allerlei wyses by tot bevordering van die onderwys in die breë en ook van spesifiek die natuurwetenskaplike vakke. Dit is veral groot maatskappye wat ter wille van onder meer werwing en reklame bydraes lewer; nie-winssoekende instansies, bv. vakverenigings, dra egter ook noemenswaardig by tot die totale bevorderingspoging. Die bydraes word op 'n verskeidenheid van wyses gelewer, byvoorbeeld -

- (a) die beskikbaarstelling van beurse en lenings
- (b) die voorsiening van skryfbehoeftes, onderwys hulpmiddele en ander materiaal wat regstreeks in die klaskamer of laboratorium gebruik kan word
- (c) borgskappe vir kompetisies, wetenskapstoonstellings e.d.m. (bv. die Wiskunde Olimpiade)
- (d) die beskikbaarstelling van toerusting vir demonstrasies en bruikleen
- (e) samestelling van versamelreekse met opvoedkundige inslag as deel van reklame (bv. vissoorte op voedselverpakkings, ens.)
- (f) borgskappe vir konvensies of kongresse, bv. vir die tweejaarlikse konvensie van Wetenskap- en Wiskunde-onderwysers, vir verenigings bv. die Wiskundegenootskap van SA en die Suid-Afrikaanse Vereniging van Onderwysers van Natuur- en Skeikunde, en vir onderwyserskursusse
- (g) finansiële ondersteuning van instansies gemoeid met navorsing oor onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde
- (h) publikasies, brosjures e.d.m.

Die massamedia (dagbladpers, tydskrifpers, radio en TV) speel eweneens 'n rol in die bevordering van die natuurwetenskappe, hetsy deur eie bydraes of deur bydraes wat geborg word. Voorbeelde hiervan is:

- (i) wetenskaprubrieke in koerante en tydskrifte
- (ii) "eksamenhulp"-rubrieke in koerante
- (iii) wetenskapydskrifte soos Archimedes
- (iv) radio- en TV-programme, sommige waarvan oor loopbane handel.

Dit blyk dat daar nie 'n gebrek aan bereidwilligheid is om bevorderingsaksies te onderneem nie. Sommige van die pogings behaal sukses, ander nie; baie is ongelukkig afgestem op slegs 'n klein deel van die bevolking. Die totale trefkrag en dekking word waarskynlik deur 'n gebrek aan koördinerende vermindering.

2.5.2 Leemtes wat ondervind word

In voorleggings wat van 'n groot aantal instansies ontvang is, word verskeie voorstelle gemaak vir 'n groter of effektiewer rol van die private sektor en massamedia by die bevordering van die natuurwetenskappe. Hulle is die volgende:

- (a) Die belang van die natuurwetenskappe in die samelewing moet duideliker uitgebeeld word.
- (b) Balans tussen vakke moet nagestreef word, bv. op radio en TV word baie tyd aan biologies-georiënteerde programme afgestaan, maar te min tyd aan rigtings soos Wiskunde en die aardwetenskappe.
- (c) Meer en beter beurse behoort beskikbaar gestel te word; die private sektor kan ook onverbode beurse vir onderwysersopleiding en meer onverbode beurse vir die opleiding van wetenskaplikes en tegnoloë aan alle tersiêre inrigtings beskikbaar stel.
- (d) Die privaatsektor kan veel meer doen om bv. die nywerheidswêreld en die rol wat die basiese en toegepaste wetenskappe daarby speel wyer en sistematies bekend te stel. Skoliere behoort veel meer aan belangrike nywerhede en wetenskaplike organisasies (navorsingsorganisasies, universiteite, ens.) besoek te bring; sodanige besoeke moet deur die onderwysowerhede ondersteun word, terwyl die privaatsektor hulp kan verleen met die finansiering daarvan bv. wat vervoer en maaltye betref. Verallyn die geval van Swart skoliere, vir wie agtergrondverbreding baie nodig is, is sodanige besoeke van groot belang.
- (e) Die privaatsektor kan nog baie bydra tot uitbouing van rekenaarondersteunde onderrig (veral programmatuur) en die voorsiening van audio-visuele hulpmiddele.
- (f) Die verskaffing van (onverbode) beurse vir onderwysers wat verdere opleiding wil ondergaan.
- (g) Die voorsiening van meer fondse vir die bywoning van konferensies deur onderwysers, studente, en skoliere.

- (h) Hulp deur vakverenigings met bespreking van vakinhoude.
- (i) Meer aandag aan beroepsvoorligting in die pers en op radio en TV.
- (j) Meer aandag aan lektuur vir jonger kinders, en vir publikasies (bv. Archimedes) in inheemse Swart tale.

Dit is deur verskeie instansies beklemtoon dat onderwysdepartemente en inrigtings vir tersiêre onderrig in 'n groter mate by die onderskeie bevorderingsprogramme betrek moet word. 'n Gebrek aan koördinerings blyk die belangrikste faktor te wees wat afbreek doen aan die doelmatigheid van huidige programme.

Met uitbreiding van die bestaande bevorderingsaksies in ooreenstemming met die voorstelle hierbo, sal koördinerings, skakelwerk en beplande bevordering des te belangriker word. Hierdie behoefte, en dus gebrekkige optrede, sal bly voortbestaan totdat verantwoordelikheid daarvoor aan 'n enkele instansie opgedra word.

Deur koördinerings van optredes en navolging van 'n oorkoepelende program, waarvoor die verantwoordelikheid aan 'n bepaalde instansie toegewys word, kan die pogings veel groter ondersteuning kry en groter sukses behaal. Sodanige koördinerings impliseer natuurlik nie dat bevorderingsprogramme nie steeds op bv. streeksbasis gereël kan word nie. Daar sal egter vir streeksprogramme ook sentraal hulp, fondse en kundigheid voorsien kan word.

Die koördinerende instansie moet as sodanig erken word deur die onderwysdepartemente en die owerheidsektor in die breë, asook deur die privaatsektor. Amptelike erkenning kan geskied deur die toewysing van staatsfondse vir administrering en bedryf van 'n bevorderingsprogram wat die goedkeuring van belanghebbende partye het. Omdat privaatsektorfondse ook betrokke sal wees, is dit aangewese dat die voorgestelde koördinerende instansie nie in 'n owerheidsinstelling gesetel sal wees nie, maar by 'n instansie waar die breë wetenskaplike gemeenskap inspraak het, soos byvoorbeeld die Gesamentlike Raad van Natuurwetenskaplike Verenigings (GRNV), Stigting vir Onderwys, Wetenskap en Tegnologie of die WNNR. By so 'n instansie sal daar waarskynlik ook groot geesdrif en deskundigheid vir bedryf van die program gevind word.

Omdat die Departement Mannekrag 'n verklaarde verantwoordelikheid het vir 'n betrokkenheid by die uitbouing van hoëvlak mannekrag in die RSA, kan fondse vir die bevorderingsprogram bes moontlik op dié Departement se begroting voorsien word. Op dié wyse sal dit ook aansluiting by die "Mannekrag 2000"-program vind.

2.5.3 Bevordering van die beeld van die natuurwetenskappe oor die algemeen

Die RSA se welvaart word toenemend afhanklik van die wetenskap (wat die geesteswetenskappe insluit) en tegnologie. By die algemene publiek, en dus ook by die jeug in die breë, is daar egter min waardering hiervoor. Vooruitgang, ontwikkeling gevorderde tegnologie en 'n hoër lewenspeil word deur almal afgewag, sonder begrip dat dit nie vanself (of van die buiteland) sal kom nie, maar steeds groter insette van eie wetenskaplike hulpbronne vereis. Indien hierdie feit groter erkenning geniet, kan dit lei tot groter ondersteuning van die wetenskap deur doelbewuste kanalisering van hulpbronne waarsonder die wetenskap nie kan gedy nie, naamlik fondse en mannekrag.

Wetenskaptentoonstellings en veral 'n permanente natuurwetenskapmuseum kan 'n groot rol speel om die natuurwetenskappe wyer bekend te stel, nie net aan die jeug nie, maar ook aan die wye publiek. Bekende buitelandse museums soos die Lawrence-museum in Kalifornië en die Smithsonian-Instituut kan as modelle vir 'n prestige museum van dié aard vir die RSA dien.

Benewens bevorderingsprogramme wat daarop gemik is om behulpsaam te wees met bv. onderrig in die natuurwetenskap, is daar dus ook behoefte aan programme wat die belang van die wetenskap en tegnologie by die breë publiek sal tuisbring.

Die aanbevelings is soos volg:

- (a) Om in bovermelde behoeftes te voorsien, word derhalwe aanbeveel dat daar so spoedig doenlik deur 'n verteenwoordigende groep 'n studie onderneem word om te bepaal watter meganismes en strukture geskep moet word om die nodige koördinerings, skakelings en bevordering te bewerkstellig. Minstens die volgende instansies moet gevra word om aan die studie deel te neem:

Die verskillende onderwysdepartemente

Die verskillende navorsingsrade (spesifiek die WNNR en die RGN)

Departement Mannekrag

Die Gefedereerde Kamer van Nywerhede (GKN)

Die Kamer van Mynwese

Die SAUK

Die stigting van Onderwys, Wetenskap en Tegnologie

Die Gesamentlike Raad van Natuurwetenskaplike Verenigings (GRNV)

Die SA Vereniging van Onderwysers van Natuur- en Skeikunde

Die Pers

Die universiteite (KUH en KUR)

- (b) 'n Prestige nasionale natuurwetenskapsmuseum moet so spoedig doenlik tot stand gebring word. Fondse moet vir die doel beskikbaar gestel word, en die nodige beplanning aan 'n bepaalde instansie soos byvoorbeeld die WNNR opgedra word.

HOOFSTUK 3

SILLABUSSE EN KURRIKULERING IN DIE NATUURWETENSKAPLIKE VAKKE EN WISKUNDE

3.1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Uit die ondersoek wat die RGN in 1977 na die onderrig in die natuurwetenskaplike vakke onderneem het, blyk dat die belangrikste rede vir die dalende gewildheid van Natuur- en Skeikunde en Wiskunde gedurende die sewentigerjare, verband hou met die sillabusse in die betrokke vakke. Op grond van die persentasies skoolhoofde en onderwysers (74,9 en 69,3 respektiewelik) wat die lengte, moeilikheidsgraad en abstrak-teoretiese aard van die Natuur- en Skeikundesillabusse byvoorbeeld blameer vir die daling in die gewildheid van die vak, kan dié rede as selfs belangriker as die onbevredigende opleiding en kwalifikasies van onderwysers (genoem deur 57,1 % skoolhoofde en 54,6 % onderwysers) beskou word (27, 1981).

Uit dieselfde ondersoek het ook geblyk dat onderwysers ontevrede is met verskeie aspekte van die st. 9- en 10-sillabusse vir Natuur- en Skeikunde (21, 1981). Die meerderheid onderwysers is byvoorbeeld van mening dat veral die hoër en standaardgraadsillabusse vir standerds 9 en 10 te lank, oninteressant en irrelevant is, en dat die abstrak-teoretiese aard daarvan verhinder dat leerlinge genoeg kennis maak met "nat" - en "vuurwerk"-skeikunde. Verdere verbeterings wat onderwysers in die sillabusse aangebring sou wou sien, sluit in die weglating, inkorting of uitbreiding van sommige onderwerpe, die idee van 'n kernsillabus met sommige afdelings opsioneel, die gelyktydige aanbieding van Chemie en Fisika vanaf die begin van standerd 8 of 9, asook addisionele inligting wat kan help met die interpretasie en verryking van die sillabusse.

Ten spyte daarvan dat die sillabusse oënskynlik in vele opsigte te kort skiet en dat dringende hersiening noodsaaklik is, is dit ook 'n feit dat die huidige sillabusse basies onveranderd gebly het sedert 1968. Hieruit wil dit voorkom dat die huidige stelsel van kurrikulumontwikkeling en -hersiening nie bevredigend is en dat herstrukturering daarvan noodsaaklik is.

3.2 METODE VAN ONDERSOEK

Literatuurstudie van relevante navorsing is onderneem

Die menings van onderwysdeskundiges (vakinspekteurs, kringinspekteurs, eksa-

minatore en moderatore) oor die huidige sillabusse vir Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde is deur middel van vraelyste ingewin, ten einde 'n geheelbeeld te kan vorm oor die leemtes in die sillabusse.

Belanghebbende instansies (natuurwetenskaplike verenigings en instansies, onderwysdepartemente, onderwysersverenigings en tersiëre onderwysinrigtings) is uitgenooi om -
kommentaar te lewer oor die huidige sillabusse en prosedure van kurrikulumontwikkeling en -hersiening, en
voorstelle te maak ter verbetering van die sillabusse en prosedure van kurrikulumontwikkeling en -hersiening.

3.3 INSTANSIES WAT KOMMENTAAR GELEWER HET

Uit 'n totaal van ongeveer 50 instansies wat genooi is om kommentaar te lewer, het ongeveer 40 geantwoord. Dis duidelik dat die meerderheid van hierdie instansies groot moeite gedoen het - in baie gevalle is komitees benoem om die huidige stand van die onderrig in die natuurwetenskaplike vakke in diepte uit te pluus - en dat die kommentaar die menings verteenwoordig van 'n aansienlike aantal persone met 'n deeglike agtergrond en kennis van die natuurwetenskappe en Wiskunde. (Die instansies wat kommentaar gelewer het is gelys in bylae B van die verslag.)

3.4 STREKKING VAN DIE KOMMENTAAR

Oor die algemeen word die RGN-bevindings aangaande die Natuur- en Skeikunde-sillabusse wat in die inleiding genoem is, onderskraag en word die hipotese wat gestel is, naamlik dat kurrikulumontwikkeling in die natuurwetenskaplike vakke dringend geherstruktureer behoort te word, bevestig. Wat 'n toekomstige struktuur vir kurrikulumontwikkeling betref, is dit opmerklik dat talle instansies wat kommentaar oor hierdie aangeleentheid gelewer het, verwys na die struktuur wat uiteengesit is in die verslag n Wetenskaponderwys-beleid vir Suid-Afrika. (n Verslag van die Suid-Afrikaanse Vereniging van Onderwysers van Natuur- en Skeikunde oor die besluite wat geneem is tydens 'n werkgroepbespreking, 10-12 Julie 1978 te Kaapstad.) Voorstelle wat deur ander instansies gemaak word, is meestal 'n onderskraging van die idees wat in dié verslag vervat is. Direkte verwysings na die genoemde verslag is die volgende:

- (i) "This Faculty agrees with the views put forward by the South African Association of Teachers of Physical Science (SAATPS)" - University of

Natal, Faculty of Science.

- (ii) "Verder verwys ons hier graag na n publikasie, n Wetenskaponderwys-beleid vir Suid-Afrika Hierdie publikasie bevat riglyne wat nie die mening van n groep enkelinge is nie, maar wat na deeglike beredenering geformuleer is. n Kopie word aangeheg" - OVS Onderwysdepartement.
- (iii) "Die gevolgtrekkings waartoe die "National Science Education Workshop" gekom het en die aanbevelings wat gevolglik in A Science Education Policy of South Africa verskyn het, word beaam" - Natasê Onderwysdepartement.
- (iv) "We refer you to the booklet A Science Education Policy for South Africa This document sets forth the conclusions reached at the end of a three-day workshop held in Cape Town in July 1978, and attended by some seventy representatives of industry, government and education. Besides making recommendations about the content of syllabuses in Physical Science, the assembled delegates laid down guidelines for a satisfactory approach to curriculum development in this field. We would like to endorse the conclusions and recommendations arrived at by this body" - Rhodes University.
- (v) "In Julie 1978 het die Nasionale Wetenskaponderwys-werkgroep deeglike navorsing gedoen en n baie sinvolle verslag uitgebring oor n Wetenskaponderwys-beleid vir Suid-Afrika. Dit is duidelik dat die persone in die werkgroep deeglik op hoogte is met die problematiek van natuurwetenskaponderwys in die RSA. Basies kan daar geen fout gevind word met die kerngesonde beginsels in hierdie stuk nie.

Dit is te betreur dat die posisie van Natuur- en Skeikunde-onderwys in ons skolehuidig tot so n lae vlak moes daal terwyl n deeglike, sinvolle en verantwoordbare studie en aanbevelings reeds 2½ jaar lank beskikbaar was

Indien aanbevelings soos in n Wetenskaponderwys-beleid vir Suid-Afrika vinnig geïmplementeer was vanaf 1978 sou die situasie van die onderrig in natuurwetenskaplike vakke en van onderwysers reeds in 1981 heel anders daar uitgesien het" - Transvaalse Onderwysersvereniging.

- (vi) "The Society draws attention to the document produced by the South African Association of Teachers of Physical Science (SAATPS) entitled: A Science Education Policy for South Africa as this reflects the views of experts in this field" - Natal Teachers' Society.
- (vii) "Hierdie studiestuk (n Wetenskaponderwys-beleid vir Suid-Afrika) is deeglik deurdink en goed opgestel. Dit is duidelik dat die persone in die werkgroep deeglik op hoogte is met die probleme rakende wetenskaponderwys in die RSA. Die beginsels wat in hierdie studiestuk as beleid voorgestel word, is kerngesond, basies kan daarmee nie fout gevind word nie" - Universiteit van Pretoria.
- (viii) "The SACI has fully endorsed the views and proposals contained in the booklet A Science Education Policy for South Africa which was published after the Workshop. A copy of the booklet is enclosed" - South African Chemical Institute.
- (ix) "Die volgende publikasies word sterk aanbeveel: n Wetenskaponderwys-beleid vir Suid-Afrika waarin die besluit opgeneem is van die Nasionale Wetenskaponderwys-werkgroep Voorstelle rakende sillabus en kurrikulum word onderskryf en is beslis aanbevelenswaardig"- Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingsake).
- (x) "We have read this report A Science Education Policy for South Africa very carefully, and find it an extremely useful document. We wholeheartedly support not only the underlying philosophy and approach, but the specific recommendations it contains. Indeed the approach we have tried to outline for curriculum development, based on our own experience in Israel, is basically the same as the one recommended in that report We therefore would like to suggest to anyone if in a policy-making capacity, to adopt its recommendations" - Professor Uri Ganiel, The Weizmann Institute for Science, Israel (Report on impressions on science and Mathematics education from a visit to South Africa, April 15 - May 4, 1980).
- (xi) "The mechanism for revising syllabuses as described in the document: A Science Education Policy for South Africa (1978); issued by the South African Association of Teachers of Physical Science, is supported by AS & TS. In particular, it is stressed that a broader spectrum of people including professional associations, the CSIR; the AS & TS and

industry, should be consulted.

New syllabuses should also be thoroughly tested before introduction into schools. Ideally, a curriculum development centre, based at the HSRC or at the CSIR, is needed." - The Associated Scientific and Technical Societies of South Africa.

Op grond van die bykans eenparige steun, direk of indirek, wat die idees wat vervat is in die verslag n Wetenskaponderwysbeleid vir die RSA geniet, is die subkomitee se aanbevelings insake kurrikulumontwikkeling in n groot mate op hierdie verslag gebaseer.

3.5 GEVOLGTREKKINGS

Die huidige stelsel van sillabushersiening in die RSA is ontoereikend en behoort verbeter te word. Dit is onverdedigbaar om aan te voer dat belangrike en groot verbeterings in natuurwetenskaponderwys deur n komitee van wetenskaponderwysers, ongeag hoe bekwaam en ervare hulle individueel mag wees, teweeggebring kan word, of dat geïsoleerde afdelings van die sillabus deur middel van uittoetsing op n klein skaal toereikend is om sillabushersiening te doen.

In die huidige stelsel word sillabusse op navorsing en voorstelle van die Blanke onderwysdepartemente gebaseer. Ander onderwysdepartemente word eers by die sillabusse betrek op die stadium wanneer kommentaar op die sillabusse gevra word. Die behoeftes van die ander onderwysdepartemente, die tekort aan fasiliteite, die groot tekort aan gekwalifiseerde onderwysers en die kulturele agtergrond van n groot groep Swart leerlinge word nie in ag geneem in die proses van sillabushersiening nie.

Die feit dat die RSA die grootste industriële land in Afrika is en een van die lande met die grootste industriële potensiaal in die wêreld, word nie gereflekteer in die aantal natuurwetenskaplikes wat die huidige onderwysstelsel lewer nie. Een van die redes hiervoor is dat die huidige sillabusse nie opgewasse is vir die uitdra van n positiewe beeld van die natuurwetenskappe asook natuurwetenskaplikes nie. Op die oomblik is sillabusse inhoudgeoriënteerd terwyl die essensiële van natuurwetenskaponderwys, naamlik ontdekking, probleemoplossing en deelname aan natuurwetenskap as n proses, geringe aandag in die sillabusse geniet. Indien die ontsaglike potensiaal van die RSA verwesenlik moet word, sal die standaard van natuurwetenskaponderwys deur middel van n verantwoorde stelsel van kurrikulumontwikkeling verhoog moet word.

3.6 AANBEVELINGS

3.6.1 Aanbevelings insake n Nasionale Wetenskap- en Wiskundekurrikulumsentrum

- (a) Ten einde kurrikulumontwikkeling vir die natuurwetenskappe en Wiskunde op skoolvlak te kan uitvoer, behoort onverwyld aandag aan die daarstelling van n Nasionale Wetenskap- en Wiskundekurrikulumsentrum gegee te word.
- (b) Die sentrum behoort onder die toesig van die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing te ressorteer of n afdeling van n groter Nasionale Kurrikulumontwikkelingsentrum te wees.
- (c) Die personeel van die sentrum behoort te bestaan uit-
- (i) n klein aantal permanente personeellede vir elk van die natuurwetenskaplike vakke (Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde);
 - (ii) tydelike personeellede wat vir wisselende periodes van skole en ander inrigtings na die sentrum gesekondeer word. Hierdie personeel behoort praktiese klaskamerervaring en deeglike kennis van natuurwetenskap- en/of Wiskunde-onderwys in Suid-Afrika te hê.
 - (d) Die personeel van die sentrum behoort ten nouste met eenhede vir kurrikulumontwikkeling aan die verskillende tersiêre onderwysinrigtings saam te werk.
 - (e) Aangesien daar n beperkte aantal permanente personeellede aan die sentrum verbonde sal wees, sal n advieskomitee vir elkeen van die vakke noodsaaklik wees. Hierdie advieskomitees sal aktief aan die kurrikulumontwikkelingsprosedure deelneem en gevolglik gereeld op vaste tye vergader.
 - (f) Die lede van die advieskomitee behoort n wye terrein van belanghebbendes te verteenwoordig en behoort derhalwe verteenwoordigers van die volgende instansies in te sluit:
 - . Onderwysdepartemente
 - . Vakverenigings van onderwysers
 - . Tersiere onderwysinrigtings
 - . Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing
 - . Wetenskaplike en Nywerheidsnavorsingsraad
 - . Professionele instansies
 - . Nywerheidswese
 - . Ander belanghebbende instansies.

- (g) Die sentrum behoort in oorleg met die advieskomitee te dien as 'n sentrum vir -
 - (i) die inisiëring, stimulering en onderneming van voortgesette kurrikulumnavorsing en -ontwikkeling;
 - (ii) die koördinering van kurrikulumnavorsing en ontwikkeling;
 - (iii) hulpverlening en leidinggewing aan lokale of streekskurrikulumprojekte;
 - (iv) die dokumentasie en beskikbaarstelling van inligting oor natuurwetenskaponderwys veral met betrekking tot ontwikkeling in die RSA;
 - (v) die finansiering van kurrikulumnavorsing en ontwikkeling in die verskillende institute in die vorm van kontraknavorsing, en
 - (vi) die akkreditering van kurrikulums wat deur private organisasies ingedien word met die oog op toelating tot eksamens en die finansiering van onderwys.

3.6.2 Aanbevelings insake prosedures vir kurrikulumontwikkeling

Kurrikulumontwikkeling word nie as slegs die skryf van 'n nuwe sillabus beskou nie. Dit word beskou as die skryf van 'n sillabus asook produksie van materiaal om die sillabus te ondersteun, byvoorbeeld handboeke, handleidings vir onderwysers, laboratoriumhandleidings vir leerlinge, werkstate vir leerlinge en selfs nuwe apparaat. Hierdie materiaal sal eers in die praktyk uitgetoets word voordat dit in skole ingevoer word.

Op grond van die voorgaande standpunt; beveel die komitee aan dat die volgende kurrikulumontwikkelingsprosedure vir die natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwys vir Suid-Afrika aanvaar word.

- a. Stap 1 As inleidende of preliminêre stap moet die algemene doel, doelwitte en filosofie van die spesifieke sillabus breedvoerig bespreek word. Die belangrikste relevante karakteristieke van die teikengroep vir wie die sillabus bedoel is, moet geïdentifiseer word. Aan hierdie gesprek moet 'n wyer spektrum van persone deelneem as wat die geval in die verlede was (vgl. lede van die Advieskomitee, par. 3.6.1.f). Hierdie voorlopige saamspreekings of debat maak dit moontlik om die doel met die sillabus en die kriteria vir die seleksie van inhoud te identifiseer.

Met die preliminêre gesprek of situasie-analise moet die volgende in gedagte gehou word:

- (i) Kurrikulumontwikkeling moet gebaseer wees op 'n psigologiese model waarvoor eenstemmigheid verkry is, byvoorbeeld aanvaarbare leer- en kinderonwikkelingsteorieë.
- (ii) 'n Program moet ontwerp word wat onderwys van dieselfde gehalte of kwaliteit vir alle volksgroepe beskikbaar sal maak, soos dit gestel is in die navorsingsversoek wat die RGN van die Kabinet ontvang het.
- (iii) Die komitee aanvaar die beginsel dat met die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde in Suid-Afrika, alle volksgroepe
 - . dieselfde sillabusse sal volg, en
 - . dieselfde openbare eksamens sal skryf.

Hoewel die komitee enersyds aanvaar dat leerlinge op grond van hulle agtergrond in die praktyk aanmerklik van mekaar sal verskil, is die komitee andersyds oortuig dat hierdie verskille deur middel van die inskakeling van 'n verskeidenheid onderrigmetodes oorkom kan word. Hiermee word byvoorbeeld bedoel dat die ondersteunende materiaal wat tydens kurrikulumontwikkeling geproduseer word, 'n verskeidenheid wyses waarvolgens die onderrig in 'n spesifieke onderwerp benader kan word, sal beskryf.

- b. Stap 2 Die gevolgtrekkings waartoe in stap 1 gekom is, dien nou as verwysingsraamwerk vir die opstel van 'n konsepsillabus soos in paragraaf 3.6.4. (a) uiteengesit. Die konsepsillabus behoort deur die personeel van die sentrum opgestel en so wyd moontlik vir kommentaar versprei te word. Kommentaar moet ingewin word van 'n wye spektrum van verskeie persone en inrigtings wat los staan van die dag-tot-dag onderrig in die natuurwetenskappe. Hierdie kommentaar behoort sorgvuldig geëvalueer en aangewend te word in die hersiening van die konsepsillabus.

Opmerking: Die opstel van die Natuur- en Skeikunde, Biologie- en Wiskundesillabusse moet nie in isolasie geskied nie. Die verwantskap en verhouding van gemeenskaplike onderwerpe in die sillabusse behoort aangedui te word.

- c. Stap 3 'n Eerste stel ondersteunende materiaal (handboeke, handleidings vir onderwysers, laboratoriumhandleidings vir leerlinge, ens.) wat op die sillabus gebaseer is, behoort nou deur die personeel van die sentrum voorberei te word of op kontrakbasis deur deskundiges buite die

sentrum voorberei te word. Die plaaslike vervaardiging van apparaat behoort aangemoedig te word. (Die "Science Education Project" kan as voorbeeld dien.)

- d. Stap 4: Die sillabus en die ondersteunende materiaal wat vir die kurrikulum voorberei is, behoort dan in 'n verteenwoordigende groep eksperimentele skole uitgetoets te word. Alle moontlike pogings moet aangewend word om die sillabus en ondersteunende materiaal onder normale onderwysomstandighede uit te toets. Die sillabus moet in sy geheel en nie stuksgewys uitgetoets word nie. 'n Toepaslike oriënteringsprogram vir die onderwysers betrokke by die toetsprogram, is 'n essensiële komponent van hierdie stap.
- e. Stap 5 Die sillabus en kurrikulummateriaal behoort nou op grond van die toetsresultate en die evalueringsprogram hersien te word. Die ervaring wat onderwysers en leerlinge tydens die uittoetsing van die sillabus opgedoen het, moet omvattend aangewend word tydens die hersiening van die sillabus en kurrikulummateriaal.
- f. Stap 6 Die hersiene sillabus en kurrikulummateriaal behoort dan weer in 'n groep skole uitgetoets te word. 'n Groter groep eksperimentele skole as in stap 4 word vir die uittoetsing van die sillabus en materiaal gebruik. (Die "Science Education Project" kan as voorbeeld dien.)
- g. Stap 7 Die sillabus en kurrikulummateriaal word finalel hersien in die lig van die resultate van die tweede toetsing en evaluering. Hierna is die sillabus en kurrikulummateriaal gereed vir goedkeuring, publikasie en landswye implementering in skole. Die implementering moet ook 'n kontinue toepaslike oriënteringsprogram insluit.

Alle belanghebbende instansies, asook die gebruikers van die sillabus (verenigings, inrigtings en individue), moet 'n vaste uitnodiging hê om sowel gedurende die ontwikkeling van die sillabus as na die implementering daarvan, kommentaar oor die sillabus by die sentrum in te dien. Hierdie terugvoering moet deurlopend die aandag van die Advieskomitee geniet met die oog op die oorweging van die voorstelle en besluitneming oor toepaslike handeling om, onder andere, interimveranderinge in die sillabus aan te bring voor die volgende sillabushersiening moet plaasvind.

3.6.3 Opmerking insake kurrikulumontwikkeling

- (i) Hoewel die voorgaande program aanvanklik as tydrowend en duur mag voorkom, is die komitee oortuig ongeag die koste van so 'n kurrikulumontwikkelingsprosedure, dat die koste onbeduidend sal wees in vergelyking met die waarde wat effektiewe natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwys vir 'n industriële land inhou, want die onderrig in die betrokke vakke lê aan die basis van ons voorspoed, industriële ontwikkeling en groei. Die komitee wil ook daarop wys dat die koste verbonde aan 'n grootskaalse kurrikulumontwikkelingsprogram uiters gering is in verhouding tot die uitgawe aan onderwys in die geheel.
- (ii) Die sillabusse vir al die skoolfasies kan in periodes van tien jaar op 'n rotasiesiklus ingevoer word.
- (iii) Hoewel die sentrum die prioriteite met betrekking tot die volgorde waarvolgens sillabusse in die verskillende skoolfasies ingevoer moet word, moet bepaal, behoort dit beklemtoon te word dat die sillabus vir elke vak van sts. 2 tot 10, met inagneming van die stelsel van gedifferensieerde onderwys, as 'n geheel beplan moet word.
- (iv) Vir al vier onderwysfasies is dit dringend noodsaaklik dat net soveel aandag aan Elementêre Wetenskap en Wiskunde (primêre skoolfase), Algemene Wetenskap en Wiskunde (junior sekondêre skoolfase) en die behoeftes van beroepsonderwys gegee word as aan Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde (senior sekondêre skoolfase) wat betref die toesegging van hulpbronne vir toekomstige kurrikulumontwikkeling.
- (v) Die komitee wil ook daarop wys dat die aanbevole kurrikulumontwikkelingsprosedure wat toegelig is, veral van toepassing is op die ontwikkeling van kurrikulums vir die hoofstroomvakke wat aan groot getalle leerlinge in meeste skole onderrig word. Dit word egter voorsien dat die snelle ontwikkeling van tegniese en beroepsonderwys die ontstaan van nuwe gespesialiseerde kursusse in die natuurwetenskappe en Wiskunde tot gevolg sal hê wat aanvanklik aan klein groepe leerlinge onderrig sal word. 'n Spesiale prosedure sal derhalwe ontwikkel moet word om die proses van kurrikulumontwikkeling vir hierdie kursusse te versnel.

3.6.4 Aanbevelings met betrekking tot die struktuur van die sillabus

Behalwe vir die kurrikulummateriaal wat in paragraaf 3.6.2 gespesifi-

seer is en wat geproduseer en saam met die sillabus beskikbaar gestel behoort te word (byvoorbeeld handboeke, handleidings vir onderwysers, laboratoriumhandleidings vir leerlinge, werkstate vir leerlinge en selfs nuwe apparaat en hulpmiddels), beveel die komitee die volgende aan:

- (a) Die sillabus behoort veel meer as net 'n lys van onderwerpe te wees wat bestudeer moet word. Die sillabus moet 'n dokument wees wat ook die volgende bevat:
 - (i) Die doelstellings en doelwitte wat bereik moet word.
 - (ii) Riglyne vir die onderwyser met betrekking tot die metodiek wat gevolg moet word om die doelstellings en doelwitte te bereik en om by die leerlinge die verlangde gesindheid teenoor die vak in te skerp (byvoorbeeld 'n ingesteldheid tot ondersoek en ontdekking).
 - (iii) Riglyne vir die lokalisering van die sillabus, met ander woorde hoe om die lokale karakteristieke van 'n spesifieke streek (byvoorbeeld plaaslike industrieë, klimaat, omgewing, ens.) te benut om die sillabus vir die leerlinge meer relevant te maak.
- (b) Die sillabus moet bestaan uit 'n verpligte kern van onderwerpe wat landswyd geld, plus 'n stel onderwerpe waaruit keuses gedoen kan word. Die keuse van onderwerpe sal bepaal word deur die streekomstandighede en die belangstelling en aanleg van sowel die leerlinge as die onderwyser.

3.6.5 Aanbevelings insake kurrikulumontwikkeling vir die pre-primêre en junior primêre skoolfase

Die komitee huldig die mening dat die kurrikulumontwikkelingsprosedures vir die pre-primêre en junior primêre skoolfases dieselfde moet wees as vir enige ander skoolfase.

3.6.6 Aanbevelings insake kurrikulumontwikkeling op die tersiêre onderwysvlak

a. Universiteite

Die komitee beveel aan dat universiteite verteenwoordigers op 'n komitee benoem om riglyne te formuleer met betrekking tot -

- (i) die (noodsaaklike) kennis van en vaardighede in die natuurwetenskappe en

Wiskunde waaroor matrikulante moet beskik om kursusse in hierdie vakke aan universiteite te kan volg:

- (ii) brugkursusse in die natuurwetenskappe en Wiskunde, en
- (iii) eerstejaarkursusse in die natuurwetenskappe en Wiskunde.

Die aangewese instansie om in hierdie verband die leiding te neem, is die Komitee van Universiteitshoofde, of die Onderwys Advieskomitee van die voorgestelde Raad vir Professionele Natuurwetenskaplikes.

b. Inrigtings vir onderwysersopleiding

Die komitee beveel aan dat 'n adviserende liggaam riglyne moet neerlê om die struktuur van die natuurwetenskap- en Wiskundekursusse aan inrigtings vir die opleiding van onderwysers te bepaal. Die inisiatief in die verband behoort deur die Minister van Nasionale Opvoeding geneem te word.

c. Technikons en tegniese kolleges/institute

Die komitee beveel aan dat teknikons wat reeds uniforme kurrikulums vir verskillende nasionale diplomas het, 'n wetenskaplik gegronde prosedure van kurrikulumontwikkeling moet gebruik, min of meer volgens die prosedure van kurrikulumontwikkeling wat vir skole voorgestel is (vgl. paragraaf 3.6.2).

3.6.7 Aanbevelings insake kurrikulumontwikkeling vir indiensopleiding en voortgesette onderwys

a. Indiensopleiding (Onderwys vir kontinue professionele ontwikkeling van reeds gekwalifiseerde persone.)

Die komitee kan geen aanbevelings oor kurrikulumontwikkeling in die verskillende natuurwetenskaplike beroepe/professies maak nie. Indiensopleiding van persone in hierdie beroepe/professies berus by die verskillende professionele liggame. Kurrikulums vir die indiensopleiding van Natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers is die verantwoordelikheid van onderwysersopleidingsinrigtings en sal verskil na gelang van die behoeftes van die verskillende onderwysdepartemene.

b. Voortgesette onderwys (Onderwys vir persone wat die konvensionele onderwysstelsel vroeg verlaat het en nou weer tot die stelsel wil toetree.)

Die komitee erken dat daar in die toekoms 'n toenemende aanvraag vir hierdie vorm van onderwys sal wees en dat voortgesette onderwys beslis verskillend van konvensionele onderwys sal wees met betrekking tot sowel die probleme as die kurrikulum. Aangesien 'n struktuur van voortgesette onderwys nog nie uitgespel is nie, kan die komitee geen aanbevelings insake prosedures van kurrikulumontwikkeling vir die natuurwetenskappe en Wiskunde vir hierdie tipe onderwys maak nie.

3.6.8 Aanbevelings insake die onmiddellike hersiening van bestaande sillabusse vir natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde

Volgens die RGN se verslag oor sillabusse en voorleggings wat van 'n verskeidenheid instansies ontvang is, blyk die huidige sillabusse vir die natuurwetenskappe en Wiskunde in sekere opsigte onbevredigend te wees.

Hoewel die komitee ten gunste daarvan is dat daar onmiddellik met die hersiening van die sillabusse volgens die sewe stappe soos in paragraaf 3.6.2 uiteengesit, begin moet word, is die komitee ook bewus daarvan dat vertraging as gevolg van probleme wat met die daarstelling van 'n Nasionale Natuurwetenskap- en Wiskundekurrikulumontwikkelingsentrum ondervind sal word, dit 'n geruime tyd sal duur voordat enige belangrike program van kurrikulumontwikkeling van stapelgestuur kan word. Die komitee is egter oortuig dat dit van die allergrootste belang is dat die bestaande sillabusse vir die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde op een of ander wyse onmiddellik hersien moet word. Die komitee beveel derhalwe aan dat dit dringend noodsaaklik is dat 'n natuurwetenskap- en Wiskundekurrikuleringsgroep tot stand moet kom om onmiddellik interimveranderinge in die kurrikulums van die betrokke vakke aan te bring.

Die komitee is ook van mening dat die RGN die natuurlike tuiste van 'n sodanige groep sou wees. Wanneer 'n Nasionale Natuurwetenskap- en Wiskundekurrikulumontwikkelingsentrum tot stand gekom het, sal die werksaamhede van hierdie voorgestelde groep daarin opgeneem kan word.

Met betrekking tot kurrikulumontwikkeling vir tersiêre onderwys, indiensopleiding en voortgesette onderwys, kan hierdie voorgestelde nasionale eenheid deur middel van advies, leiding en hulpverlening 'n diens lewer.

HOOFSTUK 4

DIE BESKIKBAARHEID, OPLEIDING EN DIENSVOORWAARDES VAN NATUURWETENSKAP- EN WISKUNDE-ONDERWYSERS

4.1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Die werkkomitee het 'n subkomitee aangestel om ondersoek in te stel na en aan die werkkomitee terug te rapporteer oor die beskikbaarheid en kwalifikasies van onderwysers wat onderrig gee in die natuurwetenskappe en Wiskunde aan sekondêre skole. Die werkkomitee het besluit dat die subkomitee ook aandag sal gee aan die opleiding van pre-primêre-, primêre- en sekondêreskoolonderwysers aan tersiêre opleidingsinrigtings, asook deur middel van voortgesette onderwys en in-diensopleiding. Daar is ook besluit dat idees oor fasiliteite en onderwys hulpmiddels vir die natuurwetenskappe en Wiskunde in die ondersoek geïnkorporeer word. (Aanbevelings oor hierdie aspek verskyn in Bylae A.)

Om 'n verslag te kan opstel, het die subkomitee die volgende probleemareas oorweeg:

- (i) Die vraag na en aanbod van gekwalifiseerde onderwysers vir Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde.
- (ii) Die huidige tekort en moontlike oplossings.
- (iii) Die geprojekteerde tekort en idees om sowel die groeiende tekort aan bevoegde onderwysers as die toenemende vraag na onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde deur die eskalerende skoolbevolking, te kan hanteer.
- (iv) Die opleidingsprogram van onderwysers vir Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde.
- (v) Die omstandighede waaronder onderrig in hierdie vakke gegee word met verwysing na -
 - die diensvoorwaardes van die huidige onderwyserskorps en die werwing van onderwysers;
 - die bekwaamheid en bevoegdheid van die onderwysers;

- die beskikbaarheid van fasiliteite en onderwys hulpmiddels, en
- die invloed van moontlike veranderinge in die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel op die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde.

4.2 ONTWERP EN METODE VAN ONDERSOEK

Die subkomitee het drie keer vergader en verskeie werksessies is gehou. Verskeie probleme is geïdentifiseer en waardevolle insig is verkry in die onderwysituasie van gemeenskappe in die RSA.

Lede van die subkomitee is versoek om plaaslike data te versamel en om tentatiewe idees in hul streke te toets. Twee werksinkels is in Desember 1980 aan die Universiteit van Stellenbosch gehou. Onderhoude is met administrateurs en beleidmakers gevoer oor die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde.

Bydraes oor die werkkomitee se projekte oor die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde wat van ongeveer veertig individue en instansies ontvang is, was waardevol vir die ondersoek.

4.3 BEPERKINGE VAN DIE ONDERSOEK

Projeksies of ekstrapolasies van data oor die huidige praktyk van Natuur- en Skeikunde-, Biologie- en Wiskunde-onderrig kan ernstig beïnvloed word deur strukturele veranderinge in die onderwysstelsel.

Die opleiding van onderwysers vir Wiskunde en die natuurwetenskappe aan tegniese en beroepskole, kon as gevolg van die beperkte tyd nie voldoende aandag kry nie.

Statistieke oor die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde in Swart onderwys was uiters beperk.

Die beperkte tyd wat vir die ondersoek toegelaat is, het die uitvoering van empiriese studies en die behoorlike interpretasie van beskikbare data benadeel.

4.4 DIE OMVANG VAN DIE HUIDIGE TEKORT AAN GEKwalifiseerde ONDERWYSERS VIR NATUUR- EN SKEIKUNDE, BIOLOGIE EN WISKUNDE AAN SUID-AFRIKAANSE SEKONDêRE SKOLE

4.4.1 Bespreking

Om betekenisvolle aanbevelings oor die vraag na en aanbod van gekwalifiseerde onderwysers vir hierdie vakke te kan maak en om 'n betroubare beeld van die werklike tekort aan onderwysers vir hierdie vakke vir die verskillende volksgroepe te kan gee, het die subkomitee die huidige situasie gekwantifiseer.

As gevolg van die beperkte tyd, was die subkomitee verplig om die beskikbare data wat deur die verskillende onderwysdepartemente in die RSA verskaf is, te gebruik.

4.4.2 Minimum kriteria om as gekwalifiseerd beskou te word om in Natuur- en Skeikunde, Biologie of Wiskunde te kan onderrig gee

Hierdie aangeleentheid is 'n uiters belangrike aspek van 'n onderwyser se diensvoorwaardes. Die klassifikasie van onderwysers as gekwalifiseer, ongekwalifiseer of ondergekwalifiseer word dikwels aan onderwysers se bekwaamheid en bevoegdheid gelykgestel en beïnvloed hulle salarisstatus en bevorderingsmoontlikhede.

Die komitee het bevind dat verskillende kriteria deur die verskillende onderwysdepartemente toegepas word.

Daar is 'n neiging om aspekte van die Kriteria vir die evaluering van Suid-Afrikaanse kwalifikasies vir indiensneming in die onderwys, soos deur die Komitee van Onderwyshoofde uitgereik is, te gebruik om kwalifikasies om in 'n spesifieke vak onderrig te gee, te evalueer, hoewel hierdie publikasie basies die vereistes vir die struktuur van 'n voltooië graad beskryf (38, p.8). Volgens die skedule van goedgekeurde skoolvakke, wat ook die vakke onder bespreking insluit, word van studente vereis om kussusse te volg in die metodiek van twee sekondêreskoolvakke. Sodanige vakke is dan die twee vakke waarin 'n onderwyser gekwalifiseer is om aan 'n sekondêre skool onderrig te gee (38, p. 62).

Geen ander verklaring insake n algemene beleid met betrekking tot die kwalifikasies wat Natuur- en Skeikunde-, Biologie- en Wiskunde-onderwysers moet besit, kon gevind word nie. Dit wil voorkom of onderwysdepartemente elkeen hul eie kriteria vir die evaluering van onderwysers se kwalifikasies vir die onderrig in hierdie vakke implementeer. Die volgende vereistes is geïdentifiseer:

(a) Stel A

<u>Skoolvak</u>	<u>Minimum universiteitskursus</u>	<u>Kode</u>
Wiskunde	Wiskunde II	2M
Natuur- en Skeikunde	Fisika II, Chemie II	2P + 2C
	of	of
	Fisika III, Chemie I	3P + 1C
	of	of
	Chemie III, Fisika I	3C + 1P
Biologie	Plantkunde II, Dierkunde II	2B + 2Z
	of	of
	Plantkunde III, Dierkunde I	3B + 1Z
	of	of
	Plantkunde I, Dierkunde III	1B + 3Z

Die stel A-kriteria word deur die Onderwysdepartement van Kaap die Goeie Hoop en die Onderwysdepartement van die Oranje-Vrystaat gebruik om onderwysers as gekwalifiseerd te klassifiseer vir die gee van onderrig in die betrokke vakke op senior sekondêre skoolvlak.

(b) Stel B

<u>Skoolvak</u>	<u>Minimum universiteitskursus</u>	<u>Kode</u>
* Wiskunde	Wiskunde II	2M
* Natuur- en Skeikunde	Fisika II, Chemie I of Chemie II, Fisika I	2P + 1C of 2C + 1P
* Biologie	Plantkunde II, Dierkunde I of Dierkunde II, Plantkunde I	2B + 1Z of 2Z + 1B

Die stel B-kriteria word volgens 'n verslag van die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing wat in 1981 vrygestel is - die Van Schalkwyk-verslag oor "Die kwalifikasies van Natuur- en Skeikunde-, Biologie- en Wiskunde-onderwysers aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA" (kyk tabel 7.1 van die verslag) - gebruik om die kwalifikasies van 'n onderwyser te evalueer ten einde te bepaal of hy/sy in hierdie vakke in die senior sekondêre skoolfase kan onderrig gee.

(c) Stel C

<u>Skoolvakke</u>	<u>Minimum universiteitskursus</u>	<u>Kode</u>
* Wiskunde	Wiskunde I	1M
* Natuur- en Skeikunde	Fisika I, Chemie I	1P + 1C
* Biologie	Plantkunde I, Dierkunde I	1B + 1C

Die stel C-kriteria is die minimum vereistes waaraan 'n onderwyser moet voldoen om te kan onderrig gee in Wiskunde en Algemene Wetenskap in die junior sekondêre skoolfase. Hierdie kriteria word deur die Onderwysdepartement van die Oranje-Vrystaat as minimum vereistes gestel om in hierdie vakke te kan onderrig gee in die junior sekondêre skoolfase.

(d) Kwalifikasie-vereistes vir Swart onderwysers

n Senior Sertifikaat met of sonder matrikulasievystelling as minimum kwalifikasie, plus die gewone professionele kwalifikasies, blyk die kriterium te wees waarna die Departement van Onderwys en Opleiding op die oomblik streef vir Swart onderwysers om aan primêre skole onderwys te gee (D-kriterium). Die meerderheid onderwysers aan Swart skole beskik oor akademiese kwalifikasies wat laer is as die vereiste Senior Sertifikaat plus professionele kwalifikasies. n Gemodifiseerde algemene professionele opleiding is vir hierdie onderwysers opgestel om aanvullend tot hulle beperkte skoling te wees (E-kriterium).

3.3 n Voorlopige kwantifisering van die werklik tekort aan gekwalifiseerde onderwysers vir Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde in Suid-Afrikaanse skole.

a. Ondergekwalfiseerde en gekwalfiseerde onderwysers

Die data in tabel 4.1 oor ondergekwalfiseerde onderwysers is van verskeie bronne ontvang, hoofsaaklik egter van die onderwysdepartemente. Die RGN-verslag oor die beskikbaarheid van gekwalfiseerde natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers in Blanke skole in die RSA, is die bron op grond waarvan tabel 4.2 opgestel is.

b. Analise van tabelle 4.1 en 4.2 (pp. 59 en 60.)

- (i) Die werklike aantal ondergekwalfiseerde onderwysers word nie in tabel 4.2 gereflekteer nie maar dit korreleer met tabel 4.1 met betrekking tot die relatiewe tekort aan onderwysers in Blanke skole.
- (ii) Wat die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde in Swart skole betref, is die situasie ernstig, omdat die Swart skoolbevolking vinnig toeneem en die onderwysers vir hierdie vakke oorwegende ondergekwalfiseerd is.
- (iii) Indien die kriteria in tabel 4.2 in ag geneem word, is die korrelasie tussen die Blanke skole van Kaapland, Oranje-Vrystaat en Natal betreklik hoog, behalwe vir Algemene Wetenskap.

TABEL 4.1

ONDERGEKwalifiseerde Onderwysers in Wiskunde, Natuur- en Skeikunde en Biologie volgens Onderwysowerhe

ONDERWYSDEPARTEMENTE	KRITERIA	NATUUR- EN SKEIKUNDE 8 - 10			BIOLOGIE 8 - 10			WISKUNDE 8 - 10			WISKUNDE 6 - 7			ALGEMENE WETENSKAP 6 - 7			OPMERKINGS
		N*	UQ**	%	N	UQ	%	N	UQ	%	N	UQ	%	N	UQ	%	
Transvaalse Onderwysdepartement	B C	441	198	45	480	191	40	604	244	40	553	283	51	745	474	64	RGN-vraelyste aan skodhoofde (1977)
Onderwysdepartement van Kaapland	A C	417	181	43	425	164	39	738	214*	29	442	236*	53	783	554	71	1980 data *Geskatte verdeling van sts. 6-10 Wiskunde
Oranje-Vrystaat Onderwysdepartement	A C	108	51	47	112	64	57	155	42	27	82	52	63	85	58	68	1980 data
Natal Onderwysdepartement	B C	170	37	22	167	18**	11	248	42*	17	248	124*	50	266	82	31**	*Geskatte verdeling van sts. 6-10 Wiskunde **Kriteria
Nasionale Opvoeding	B C	13	06	46	04	03	75	33	19	64	58	42	72	69	49	71	
Kleurlingonderwys***	C	73	51*	70	186	123*	66	150	121*	81	302	269*	89	370	263*	71	Raming volgens totale
Indiëronderwys***	A	159	133	84	183	110	60	312	289	93							
Onderwys- en Opleiding	D E	670	613*	92	1 239	988*	80	1 373	1 235*	90	1 626	1 138*	70	1 626	1 138*	70	*Growwe skattings
TOTAAL		2 051	1 270	62	2 796	1 661	59	3 614	2 206	61	3 311	2 144	65	3 944	2 618	66	By benadering

*N = Aantal onderwysers betrokke by die onderrig van die vak

**UQ = Aantal onderwysers wat volgens die kriteria van hulle Departement ondergekwalifiseerd is

*** Kleurlingonderwys en Indiëronderwys ressorteer onder die Departement Binnelandse Sake

TABEL 4.2

PERSENTASIE GEKWALIFISEERDE ONDERWYSERS IN ELKEEN VAN DIE VAKKE VOLGENS DIE
 VERSKILLENDE ONDERWYSDEPARTEMENTE EN ANDER BEHEERLIGGAME

VAKKE	NATUUR- EN SKEIKUNDE	BIOLOGIE	WISKUNDE	WISKUNDE	ALGEMENE WETENSKAP
STANDERDS	8 - 10	8 - 10	8 - 10	6 - 7	6 - 7
KRITERIUM	B	B	B	C	C
ONDERWYSDE- PARTEMENTE					
IN ANDER BEHEERLIG- GAME					
Transvaal	55	60	60	49	36
Oranjerivier	77	56	75	48	41
Oranjerivier- provincie	60	55	64	51	49
Oranjerivier- provincie	61	66	55	42	37
Oranjerivier- provincie	58	47	53	31	21
Oranjerivier- provincie	54	25	36	28	29
Oranjerivier- provincie	81	90	93	78	90

Klaarblyklik is die aanwending van verskillende kriteria om te bepaal of onderwysers gekwalifiseer is om onderrig te gee in Algemene Wetenskap vir die lae korrelasie verantwoordelik.

- (iv) Tabel 4.1 verskaf 'n beeld van die duisende ondergekwalfiseerde onderwysers wat onderrig gee in Natuur- en Skeikunde en Wiskunde.

Natuur- en skeikunde	sts. 8-10	1 270
Biologie	sts. 8-10	1 661
Wiskunde	sts. 8-10	2 206
Wiskunde	sts. 6-7	2 144
Algemene Wetenskap	sts. 6-7	2 618
Totaal		<u>9 899</u>
		(10 000)

Die persentasies ondergekwalfiseerde onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde aan Kleurling-, Indiër- en veral Swart skole (70-90 %) is dramaties hoër as die ooreenstemmende persentasies vir Blanke skole (+ 20-50 %).

- (v) Dit moet ook beklemtoon word dat veral in die geval van Natuur- en Skeikunde baie skole die vak nie meer aanbied nie en dat die getal ondergekwalfiseerde onderwysers nie die tekort ten volle reflekteer nie.
- (vi) Die onderrig in Algemene Wetenskap en Wiskunde deur ondergekwalfiseerde onderwysers in die junior sekondêre skoolfase is kommerwekkend. Indien n hoër stel kriteria aangewend word om die onderwysers se kwalifikasies vir die onderrig in hierdie vakke te evalueer, is die beeld veel ernstiger.

4.4.4 Eerste aanbevelings oor die kwalifikasies van onderwysers vir Natuur- en Skeikunde, Biologie, Wiskunde en Algemene Wetenskap.

Daar word aanbeveel dat -

- (i) n indringende ondersoek onderneem word om die werklike omvang van die huidige tekort aan onderwysers vir Natuur- en Skeikunde, Biologie, Wiskunde en Algemene Wetenskap te bepaal en om die geprojekteerde tekort vir hierdie vakke vir al die skoolfases te bepaal;
- (ii) die instansies wat vir die opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers verantwoordelik is (universiteite, onderwysersopleidingskolleges, teknikons), ingelig word oor die kritieke situasie met betrekking tot die beskikbaarheid van gekwalfiseerde onderwysers vir

natuurwetenskap en Wiskunde, en die institusies via hulle beheerliggame gevra word om -

- hulle kursusse te hersien en veral aandag aan die onderwysers se werklike behoeftes in die natuurwetenskappe en Wiskunde te gee;
- op 'n landswye grondslag aan indiensopleiding van onderwysers vir natuurwetenskap en Wiskunde deel te neem, en
- die nodige stappe te doen wat hulle as toepaslik en uitvoerbaar beskou om die aantal gekwalifiseerde onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde te vermeerder;

(iii) die akademiese en professionele vereistes met betrekking tot kwalifikasies nie verskraal word nie, maar die kwalifikasie-doelwit vir ondergekwaliifiseerde onderwysers moet wees;

NB ←

(iv) erkenning gegee word aan die feit dat onderwysers vir 'n spesifieke onderwystaak bekwaam kan wees hoewel hulle volgens die kriteria ondergekwaliifiseerd kan wees en vir sodanige onderwysers geleenthede verskaf moet word om hulle kwalifikasies te verbeter.

4.5 MOONTLIKE REDES VIR DIE HUIDIGE TEKORT AAN GEKWALIFISEERDE ONDERWYSERS VIR DIE NATUURWETENSAPPE EN WISKUNDE

4.5.1 Toename van die skoolbevolking

Die vraag na onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde het as gevolg van die toename in die skoolbevolking teen 'n tempo toegeneem wat ongekend in die land se geskiedenis is. In 1978 en 1980 was daar onderskeidelik 130 522 en 221 327 leerlinge in die senior sekondêre skoolfase van skole wat onder die Departement Onderwys en Opleiding ressorteer. Die aantal Swart leerlinge wat Natuur- en Skeikunde en/of Biologie en/of Wiskunde gevolg het, is soos volg:

	<u>1978</u>	<u>1980</u>
Natuur- en Skeikunde	26 236	46 934
Biologie	113 546	119 380
Wiskunde	57 688	108 257
	<u>197 470</u>	<u>274 571</u>

Die aantal Kleurling-, Indiër- en Blanke leerlinge wat die betrokke vakke geneem het, het ook vermeerder, hoewel die toename nie so groot is as in die geval van Swart leerlinge nie.

4.5.2 Industrialisering

Aangesien die land 'n snelle industriële groei beleef, word daar druk op leerlinge uitgeoefen om die natuurwetenskappe en Wiskunde te bestudeer. Die gevolg hiervan is 'n toename in die vraag na onderwys in hierdie vakke.

4.5.3 Ontoereikende werwing van onderwysers

Die toename in onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde is ontoereikend. 'n Verskeidenheid faktore is verantwoordelik vir hierdie situasie. Die volgende faktore blyk die belangrikste te wees:

- (i) Die salarisse vir onderwysers in die algemeen en vir Natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers in die besonder, is aansienlik laer as die salarisse wat die private sektor vir persone aanbied in poste wat die ooreenstemmende opleiding en verantwoordelikheid vereis. Selfs in die openbare sektor is daar afdelings met poste wat beter salarisse bied.
- (ii) Die status van die onderwyser is oor die algemeen in die oë van die gemeenskap laag. Hierdie situasie is in 'n groot mate direk gekoppel aan lae salarisse van onderwysers, veral in die Blanke gemeenskap.
- (iii) Die beeld van die onderwyser is in die oë van leerlinge wat 'n beroepskeuse oorweeg soms uiters onaantreklik. Dit geld veral vir die natuurwetenskap-onderwysers, omdat die leerlinge hulle sien as onderwysers met 'n groot werkklas.
- (iv) Natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers word ontnugter as gevolg van hulle professionele ervaringe met die onderwysberoep. Ervaring wat hulle negatief beleef, is onder andere onsimpatieke behandeling en onvoldoende ondersteuning van inspekteurs en die skynbare onregverdigde bevorderingsprosedures. Gevolglik moedig die onderwysers nie ander persone aan om onderwysers te word nie.

- v) Voornemende onderwysers kies eerder ander vakke as die natuurwetenskaplike vakke en/of Wiskunde omdat die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde as moeilike vakke beskou word. Hierdie gesindheid is deels toe te skryf aan die onbevredigende wyse waarop die vakke op skool deur ondergekwalfiseerde onderwysers aangebied is. Die feit dat die druipsyfer in die natuurwetenskappe en Wiskunde gedurende die opleidingsperiode hoër as in ander vakke is, het tot gevolg dat voornemende onderwysers eerder ander vakke kies.

5.4 Bedankings

Die Verdere oorsaak vir die tekort aan natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers is dat baie van hierdie onderwysers die professie verlaat het. Die belangrikste faktor wat vir bedankings verantwoordelik is, is die feit dat hierdie onderwysers as opgeleide natuurwetenskaplike of wiskundiges maklik 'n betrekking buite die onderwys kan kry teen 'n hoër salaris as in die onderwys.

Ervare natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers raak ook vir die klaskamer verlore as gevolg van bevordering na administratiewe poste.

Ervare natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers raak ook vir die klaskamer verlore as gevolg van bevordering na administratiewe poste.

6 AANBEVELINGS INSAKE DIE VERBETERING VAN DIENSVOORWAARDES TEN EINDE NATUURWETENSKAP- EN WISKUNDE-ONDERWYSERS VIR SUID-AFRIKAANSE SEKONDÊRE SKOLE TE WERF EN TE BEHOU

Die deeglike oorweging van die verskillende maatreëls wat voorgestel is om meer onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde te werf en die huidige onderwysers te behou, het die subkomitee eenparig besluit om die volgende aanbevelings te maak wat op die korttermyn geïmplementeer kan word.

6.1 Aanbevelings insake salaris

- i) Aansienlike en voldoende salarisverhogings vir Natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers moet onmiddellike aandag kry ten einde -

- die huidige onderwysers te behou,
- die werwing van onderwysers moontlik te maak, en
- die gaping tussen die salarisse van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers en natuurwetenskaplikes en wiskundiges in die private sektor te verklein.

- (ii) Aangesien die Staatsdiens die beginsel van gedifferensieerde salarisse op grond van vraag en aanbod aanvaar het en toepas, behoort hierdie beginsel ook op die salarisse van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers wat aktief in die vakke onderrig gee, van toepassing gemaak te word solank daar 'n tekort aan hierdie onderwysers is.
- (iii) 'n Verdere prosedure om gedifferensieerde vergoeding vir natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers te bewerkstellig, is om 'n spesiale toelaag aan bekwame en bevoegde onderwysers te betaal. Die bedrag wat as toelaag betaal moet word, kan bepaal word deur die omvang van die laboratoriumwerk, werkklading, leiding aan ander onderwysers, bydraes tot die onderrig van hierdie vakke, ens.

4.6.2 Voorleggings insake salaris

In antwoord op 'n versoek van die RGN aan belanghebbende instansies is die volgende menings oor die salarisse van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers ontvang (die betrokke instansies se name is ook aangedui):

- (i) "70 - 100 % increases for newly qualified teachers - make salaries of Science and Maths teachers comparable with professionals like engineers and other government sectors" (T.T.A. Science Committee).
- (ii) "... additional remuneration for additional work and abnormal workloads e.g. guidance to other teachers, extra tuition, etc..." (MASA).
- (iii) "Die beginsel van gedifferensieerde salarisse is vir die KOD nie aanvaarbaar nie ... belastingvrye salarisgedeelte kan differensieel toegepas word ... ander alternatiewe (i) versnelde salarisverhogings (ii) in-treesalaris op hoër kerf (iii) laboratoriumtoelaes ..." (KOD).

- (iv) "... onderwys tree in kompetisie met beroepe soos medisyne, ingenieurswese, mynbou, metallurgie en handel ... addisionele salaris... (moet) gekoppel word aan B.Sc.-graad met Chemie, Fisika en Wiskunde ... daar is weinig kans dat (hy) die onderwys sal kies ... Gedifferensieerde salarisskale bied n moontlike oplossing..." (OVS Onderwysdepartement).
- (v) "... there is opposition to the concept of salary differentiation by subject ... it would immediately raise the question of whether to pay those Natural Science teachers who are qualified or those who actually teach these subjects ..." (NTS)
- (vi) "... Gedifferensieerde salarisskale sal slegs n korttermynoplossing bied ... dit kan slegs n verskuiwing veroorsaak ... en in ander vakke n leemte skep ... (dit) is alleenlik regverdigbaar as daar hoërproduktiwiteit aan verbonde sal wees" (TOD).
- (vii) "... The Chamber endorses the suggestion of differentiated salary arrangements at all levels when those are needed" (Chamber of Mines 81-01-29).
- (viii) "... ander sektore van die Staatsdiens aanvaar dat in sekere rigtings hoër salarisse betaal moet word ten einde personeel te werf. Daar is wel n president vir gedifferensieerde salarisse" (SA Wiskundevereniging).
- (ix) "... (Faculty of Science) is not in favour of higher remuneration for teachers in the field of Natural Sciences and Mathematics. But it is in favour of paying teachers with university degrees higher salaries than those trained by training colleges ... Differentiated salary scales are an unsatisfactory short-term solution to a serious problem ..." (University of Natal).
- (x) Further opinions on differentiated salaries received were as follows:

<u>Support</u>	<u>Divided</u>	<u>Opposed</u>
A S & T S	SATA	Dept. of National Education
Gazankulu Govt.		T.O.
SAATPS		Dept. of Coloured Affairs
Rhodes University		

4.6.3 Aanbevelings insake die optimale benutting van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers

Aangesien die tekort aan natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers nog vir vele jare sal voortduur, moet die beskikbare onderwysers vir hierdie vakke se dienste optimaal benut word. Die subkomitee se aanbevelings in hierdie verband is die volgende:

- (i) Metodes om onderrig aan klasgroepe te gee en individualisering moontlik te maak, moet oorweeg word sodat die onderwyser vryer kan wees om sy talente tot die beste voordeel van die onderrigsituasie aan te wend.
- (ii) Toepaslike gekwalifiseerde persone moet as laboratoriumtegnici in alle Suid-Afrikaanse sekondêre skole aangestel word waar Natuur- en Skeikunde en Biologie tot st. 10 aangebied word. Dit beteken dat laboratoriumtegnici formeel opgelei en aantreklike salarisse aangebied sal moet word.

4.6.4 Voorleggings insake optimale benutting van onderwysers

- (i) "We are calling for balance between work load and salary... The science teacher has a very large load to carry, even though certain schools have a laboratory assistant" (TTA).
- (ii) "A teacher in charge of sophisticated laboratories ... who has to execute a full (overfull!) time-table ... will certainly be disinterested in "selling" his subject to his pupil clients ... Since Physical Science at school level should be less theoretical than at present, it seems clear that considerably more funds must be spent on providing both apparatus and manpower" (Natal Teachers' Society).
- (iii) "A way should be found to relieve a senior teacher of as much administrative duties as possible ..." (TTA Science Committee).
- (iv) "... (n) dringende taak is ... die ontwerp en toepassing van maatreëls om bestaande gekwalifiseerde Wiskunde-onderwysers meer doeltreffend te benut, swak gekwalifiseerdes in diens op te lei en ... meer te werf." (Prof. P.G. Human, Dept. Vakdidaktiek, US).

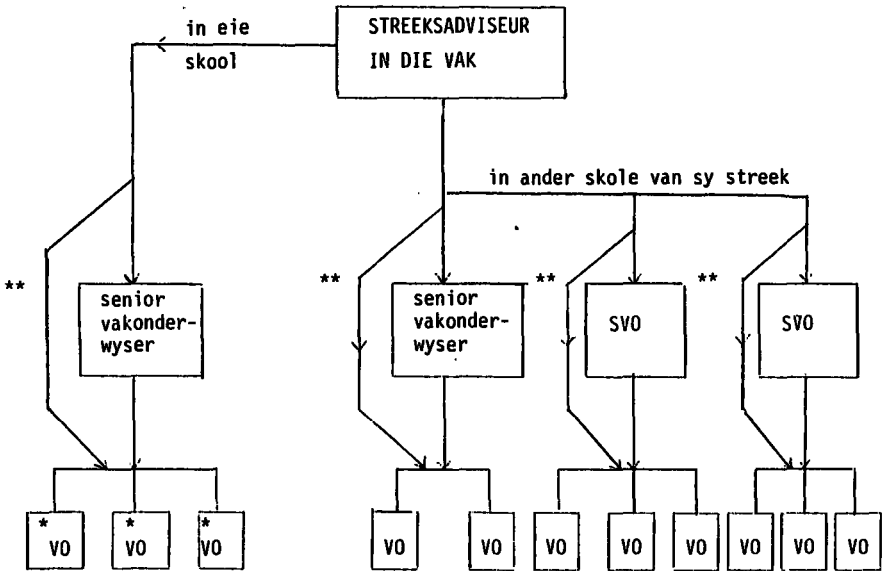
4.6.5 Aanbevelings insake bevorderingsposte binne die natuurwetenskap- en/of Wiskunde-onderrigsituasie

Aangesien natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers aan sekondêre skole met bevordering poste buite die klaskamer aanvaar en derhalwe vir die praktiese onderrig van die vakke verlore is, beveel die subkomitee soos volg aan:

(i) Voldoende besoldigde promosieposte moet aan sekondêre skole in die departemente Wiskunde, Natuur- en Skeikunde en Biologie, of 'n kombinasie van die departemente, ingestel word om onderwysers aan te moedig tot -

- groter bekwaamheid en bevoegdheid, en
- meer effektiewe leierskap met betrekking tot die onderrig van die vakke.

(ii) Die volgende behoort as moontlike struktuur vir promosieposte in die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde aanvaar te word:



*VO=Vakonderwyser

**Hierdie pyltjies dui aan dat die Streeksadviseur toegang tot individuele onderwysers het, maar dat dit nie 'n aftakeling van die bestaande organisasie inhoud nie.

Die streeksadviseur in 'n vak/vakke is verbonde aan 'n spesifieke skool en gee onderrig aan een of twee klasse aan die skool. Sy/haar onderwysopdrag moet dit vir hom/haar moontlik maak om verskeie skole gereeld op vaste tye te kan besoek. Die streeksadviseur gee aan vakonderwysers leiding met betrekking tot die interpretasie van sillabusse, metodes van aanbieding, laboratorium- en veldwerkaktiwiteite en die opstel en nasien van toetse en eksamens. Hy/sy moet as 'n hulpgewer en nie as 'n inspekteur gesien word nie. Dit is ook logies dat die streeksadviseur se skool as klein bronneseentrum vir die skole in sy/haar streek sal dien.

- (iii) Die salaris van 'n streeksadviseur vir een vak of 'n kombinasie van vakke behoort dieselfde as die van 'n skoolhoof te wees.

4.6.6 Voorleggings insake bevordering

- NB**
(i) "Die struktuur moet voorsiening maak dat die vakman wat sy sout werd is en in sy vakgebied wil bly, bevorder kan word tot dieselfde vlak as sy skoolhoof. Waarom móét 'n puik Wiskunde-onderwyser 'n skoolhoof word? Hy is 'n puik vakman, maar 'n swak administrateur ... Die vakhoofde (in hierdie skool) het besonder baie pligte ... werkbeplanning, koördinerings, vakvergaderings, modereer van vraestelle, ens. Kry hy enige krediet vir al daardie ekstra werk? Nee!!" (gewese Natuur- en Skeikunde-onderwyser).

- NB**
(ii) "Met streeksvakhoofde bedoel ons 'n kategorie onderwysers wat tans nie bestaan nie ... (dit) is 'n vakonderwyser met beperkte onderwysopdrag (12 - 18 lesure p.w.) ... (hy/sy) tree as vakhoof op vir die vakonderwysers van 'n GROEP SKOLE" (Prof. P.G. Human, US).

- (iii) "... consideration should be given to promote the Science teacher within the classroom to the point where he is on a salary scale corresponding to that of a deputy-principal" (SAATPS).

- (iv) "The present image of the inspectorate is poor ... seldom available for advice ... communication with teachers is often only one way ... often they have no idea of what teachers' problems are ... the basic terms of reference of inspector must be changed from "evaluators" to professional leader/advisor in their subject" (TTA).

4.6.7 Aanbevelings insake korttermynmaatreëls om onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde te voorsien

Opmerking:

Die subkomitee kon nie betroubare projeksies van die vraag na gekwalifiseerde Natuur- en Skeikunde-, Biologie- en Wiskunde-onderwysers vir die volgende dekade of twee of data oor die verwagte aanbod van hierdie onderwysers kry nie. Die bestaande data kon as gevolg van verwagte ontwikkelinge en in die Suid-Afrikaanse onderwysopset ook nie geprojekteer word nie. Dit behoort egter volgens die akute tekort aan natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers wat reeds geïdentifiseer is, duidelik te wees dat die vraag na hierdie onderwysers die aanbod sal oorskry, en wel in so 'n mate dat dringende stappe gedoen sal moet word en elke moontlike bron betrek sal moet word om gekwalifiseerde onderwysers te lewer.

- (i) Alle moontlike pogings moet aangewend word om die hertoetrede van gewese onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde te vergemaklik en te bevorder. Die pogings kan die volgende insluit:
- Die aanstelling van meer getroude onderwysers op 'n heeltydse (voltydse) of deelydse grondslag.
 - Gewese onderwysers wat gekwalifiseer is en bevoeg is om in die natuurwetenskappe en Wiskunde onderrig te gee en wat buite die onderwys geëmplojeer is, moet gewerf word. 'n Spesiale werwingspoging kan positiewe resultate oplewer.
 - Gekwalifiseerde en bevoegde gewese onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde wat tans administratiewe of adviserende poste beklee, moet aangemoedig word om voltydse of deelydse onderrig te gee in die natuurwetenskappe en Wiskunde. Daar mag inspekteurs van onderwys en skoolhoofde wees wat hierin sal belangstel.
- (ii) Gegradueerdes in die natuurwetenskappe en/of Wiskunde wat nie onderwysers is nie maar wat graag tot die onderwys wil toetree om in die natuurwetenskappe en Wiskunde onderrig te gee, behoort volle betaling te ontvang vir die jaar wat hulle hul professionele opleiding deurloop.
- (iii) Inrigtings vir die opleiding van onderwysers moet opleidingskursusse in

die natuurwetenskappe en Wiskunde op verskillende vlakke ontwerp om geselekteerde senior sekondêreskoolonderwysers met ander vakke, of onderwysers wat vir die junior sekondêre skoolfase opgelei is, die geleentheid te gee om hulle te bekwaam of meer bevoeg te maak om onderrig te gee in natuurwetenskappe en Wiskunde op die junior en senior sekondêre skoolvlak, of ten minste op die junior sekondêre skoolvlak.

- (iv) Die oorsese werwing van gekwalifiseerde en bevoegde onderwysers behoort onderneem te word nadat alle pogings om voldoende onderwysers plaaslik te werf, nie suksesvol was nie.
- (v) Almal wat belang het by die gee van onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde moet besef dat die aanbod van hierdie onderwysers sensitief is vir die beeld dat hierdie vakke moeilike leervakke is. Hierdie mening wat oor die vakke gehuldig word, moet verander word en 'n positiewer gesindheid teenoor die vakke moet bewerkstellig word sodat meer persone bereid sal wees om hulle as onderwysers in die vakke te laat oplei.

4.6.8 Voorlegging insake die aanbod van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers

- (i) " ... efforts made by education authorities to recruit science teachers are totally inadequate ... (it) should be undertaken by young science teachers, university/college lecturers ..." (TTA).
- (ii) " ... 47 % van alle onderwysers wat gekwalifiseer is om Natuur- en Skeikunde (sts. 8 - 10) te onderrig, beklee bevorderingsposte; vir Wiskunde is die ooreenstemmende syfer 32 % en vir Biologie is die syfer minder as 4 % (OVS Onderwysdepartement).
- (iii) " ... the present burden of administrative requirements should be reduced to allow teachers more time for proper planning and preparation ... discrimination against married women should be removed ... more use should be made of science teachers from abroad ..." (AS & TS).
- (iv) " ... studente wat in 'n wetenskaprigting wil studeer (moet) 'n jaar aan voorbereidende studie bestee, soortgelyk aan "A levels" in Engeland ... studiebeurse (word) nie uitbetaal vir 'n jaar wat herhaal word nie ... (en) studente is verplig om hulle studie te staak" (Dept. van Kleurlingsake).

4.7 INDIENSOPLEIDING VAN NATUURWETENSKAP- EN WISKUNDE-ONDERWYSERS

4.7.1 Bespreking

Die subkomitee en ander respondente plaas 'n hoë premium op die indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers as 'n metode om die swak gekwalifiseerde en minder bevoegde onderwyser tot groter bevoegdheid en vertroue in sy onderwystaak te steun, maar ook as metode van verdere opleiding om die onderwyser se kwalifikasies te verbeter. Op hierdie wyse kan die tekort aan gekwalifiseerde onderwysers in die vakke verlig word. Die natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers kan nie uit die klaskamer weggeneem word nie omdat daar nie ander onderwysers is om hulle plekke te vul nie. Lang kursusse aan residensiële universiteite is ondoenlik en heeltemal buite die kwessie.

Al die opkomende en toenemende praktyke om onderwysers op te lei sonder om die onderwysprogramme te ernstig te ontwrig, is bekend as indiensopleiding. Hierdie begrip word egter na willekeur gebruik en geïnterpreteer. Die hoofsaak is dat die opleiding met 'n bepaalde doel voor oë, deur 'n individu of 'n instituut (inrigting) op so 'n wyse aangebied word dat die onderwyser gedurende die opleiding met sy onderwyspligte kan voortgaan. Derhalwe kan vakansiekursusse, deeltydse kursusse, oriënterings- en her-oriënteringskursusse, seminare, werkgroepe, simposia, ens. as indiensopleiding gekwalifiseer word as die doel met die opleidingsprogramme die akademiese en/of professionele ontwikkeling van die onderwyser is en as aanbieders van die programme geakkrediteer is om onderwysers op te lei (kyk paragraaf 5.2.3).

Daar bestaan die gevaar dat indiensopleiding lapwerk, ongestruktureerd en doelloos kan wees. Die oplossing lê moontlik in institute of sentrums vir indiensopleiding van onderwysers met onderwysers as medegenote of geassosieerde lede vir 'n periode van ten minste een jaar. Akademiese en professionele kontak tussen vakdeskundiges van tersiêre onderwysinrigtings en onderwysers kan bewerkstellig word deur saam te soek na metodes om onderwerpe doeltreffend te onderrig. Hierdie institute of sentrums behoort by die onderwysinrigtings te wees wat vir die opleiding van sekondêre skoolonderwysers in die natuurwetenskappe en Wiskunde verantwoordelik is, naamlik universiteite of teknikons.

Die doelstellings met indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers kan gerig wees op groter bevoegdheid om in die vakke onderrig te gee of op beter kwalifikasies in die vakke, of op beide. As bevoegdheid die hoofsaak is, sal die onderwyser se onderrigbevoegdheid voorkeur kry in die opleiding, maar as die opleiding nie die verwerwing van 'n kwalifikasie of 'n vorm van vergoeding as resultaat het nie, sal die opleiding moontlik ondersteuning verloor. Kwalifikasie-gebonde kursusse sal egter deur 'n universiteit voorgeskryf moet word.

Afstandsonderrig vir die geïntegreerde grade vir onderwysers (graad plus diploma of die vier jaar graadkursus) is noodsaaklik in die RSA. Die geïntegreerde grade van afstandsonderrig en residensiële universiteite moet so uitruilbaar moontlik wees, dit wil sê studente moet vrylik van die een instelling na 'n ander kan beweeg.

4.7.2 Aanbevelings insake indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers

(i) Ondergekwalfiseerde en gekwalfiseerde natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers behoort gereeld indiensopleiding te deurloop, as hulle aan primêre of sekondêre skole of aan tersiêre onderwysinrigtings in hierdie vakke onderrig gee. Onderwysers van ander vakke kan 'n voedingsbron vir Wiskunde en die natuurwetenskaplike vakke wees as hulle deur middel van indiensopleiding die nodige bevoegdheid en vertroue kan verwerf om in die vakke te kan onderrig gee. Leierskap met betrekking tot die gee van leiding in die onderrig van die vakke, kan deur indiensopleiding bevorder word.

(ii) Indiensopleiding kan 'n verskeidenheid van vorme neem, byvoorbeeld -

- vakansiekursusse;
- deeltydse kursusse;
- korrespondensiekursusse;
- seminare en simposia;
- werkgroepe en werk in 'n sentrum, bv. 'n sentrum vir kurrikulumontwikkeling.

Die opleidingsprogramme kan formeel aangebied word met die doel om kwalifikasies te verbeter, of kan informeel aangebied word met die doel om bevoegdheid in die onderrig in die vak(ke) te verhoog.

- (iii) Universiteite, teknikons en kolleges vir die opleiding van onderwysers moet die indiensopleiding verskaf. Onderwysowerhede en onderwysersentrums kan 'n belangrike rol speel met betrekking tot die voorsiening van informele indiensopleidingsprogramme.
- (iv) Personeel wat die indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde- onderwysers moet behartig, moet geïdentifiseer word op grond van kwalifikasies in die betrokke vak(ke) en bekwaamheid en bevoegdheid om te kan onderwys gee, sodat hulle as opleiers van onderwysers geakkrediteer kan word. Hierdie personeel moet sover moontlik by indiensopleidingsinrigtings ingeskakel word.
- (v) Die indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde- onderwysers moet gesien word as 'n belangrike metode om onderwysers se bekwaamheid en bevoegdheid te verbeter en moet dus op 'n gereelde basis vir spesifieke belangegroepes aangebied word.
- (vi) 'n Stelsel waardeur krediete verwerf kan word vir deelname aan indiensopleidingaktiwiteite behoort ingestel te word. Die verwerwing van 'n bepaalde aantal krediete behoort tot 'n verdere kwalifikasie en 'n salarisverhoging te lei. 'n Onderwyser behoort ook 'n krediet gegee te word as hy met sukses sy kwalifikasies in 'n enkele vak of 'n groep vakke verbeter.
- (vii) Die onderwysowerhede behoort verantwoordelik te wees vir alle reis- en verblyfuitgawes van die onderwysers wat geakkrediteerde indiensopleidingkursusse volg. Die onderwysowerhede kan 'n onderwyser dan versoek om enige indiensopleidingkursus te volg.

4.7.3 Voorleggings insake indiensopleiding

- (i) "Indiensopleiding van onderwysers in die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde sal 'n groter rol moet speel veral waar daar soveel swak gekwalifiseerdes die onderrig tans behartig ... Sodanige kursusse sal egter ná die gewone skoolure, gedurende vakansies ... gegee moet word ... Beide indiensopleiding en oriënteringskursusse sal meer op 'n "workshop"-grondslag georganiseer moet word ... werk moet ook op spesifieke, beperkte aspekte van die vak (wees) ... nie oor 'n uitgerekte periode aangebied word nie en deur opvolgbesoeke in die ... klaskamer gekonsolideer word" (Dept. van Kleurlingsake).

- (ii) "Om werklike geesdriftige onderwyserbetrokkenheid by hierdie kursusse te verseker, behoort 'n stelsel van "krediete akkumuleer" wat vir salarisverhoging in aanmerking kom, ontwerp te word..." (Dept. van Kleurlingsake).
- (iii) "... die verdere opleiding van leerkragte wat deur ervaring ... belangstel in ... die onderrig van natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde, kan wel 'n bydrae lewer tot die opheffing van die tekort ... (daar is) geen kategorieverhoging dus geen salarisverhoging vir 'n leerkrag wat verdere opleiding in 'n enkele vak ... Hersien kriteria en kategorie-gekoppelde salariskerwe ... (maak) kleiner (vak) modules en die verwerwing en opbou van krediete wat tot salarisverhogings lei" (KOD).
- (iv) "... duration of orientation courses ... is one school term ... at Springfield College of Education ... teachers are fully paid, and in addition get a subsistence allowance ... main objective ... is to train teachers of senior high mathematics ... In science, a 6-month period is necessary ... if all universities offer courses ... on a part-time basis we are sure that many teachers will enrol" (Reddy and Bharuth-Ram, Durban).
- (v) "Indiensopleiding en oriënteringskursusse is hoogs onbevredigend. Die agtergrond van baie onderwysers is onvoldoende en gewoonlik is daar te min tyd beskikbaar (hier verwys die skrywer na s.g. kort kursusse -J.N.). Opknappingskursusse aangebied deur vakspecialiste kan die selfstandige onderwyser beslis positief stimuleer ..." (UOVS).
- (vi) "Indiensopleiding vir blanke onderwysers by Kollege vir Verdere Opleiding ('n TOD-onderneming): Chemie I, Fisika I, Wiskunde I deur Unisa. Baie min studente. Slaagsyfer goed. Swart onderwyskolleges: Heelwat Chemie I studente - slaagsyfer baie swak ... Uit die aard van die saak is Unisa se opset baie geskik vir beide die aanvul van standaard kwalifikasies ... meer realistiese finansiële erkenning vir verdere vakkwalifikasies ..(behoort) ... gegee te word" (Fakt. Natuurwetenskappe - Unisa).
- (vii) "... own experience ... with ... part-time B.Sc. I course ... started initially for Coloured teachers, is that they are very demanding on the person who is both a teacher and a student, but very effective ... even those teachers who have not passed have gained greatly in knowledge and confidence. We believe there is a need for a more formally-recognized system" (University of the Witwatersrand).

- (viii) " ... indiensopleidingskursusse kan 'n belangrike rol speel om die belangstellende leerkragte op te gradeer ... nadat een of meer indiensopleidingskursusse geslaag is ... die tekort aan gekwalifiseerde onderwysers in hierdie vakgebied is kritiek ..." (Fakt. Opvoedkunde, Universiteit van Zoeloland.)
- (ix) "In-service training should be the full-time occupation of skilled teachers and every ... teacher should attend such courses at frequent intervals ..." (Natal Teachers' Society).
- (x) " ... dit sou ... van groot waarde wees as onderwysdepartemente hul weg sou oopsien om die onkoste van onderwysers wat die jaarkongres van die Wiskundegenootskap van Suid-Afrika wel bywoon, te help bestry" (Wiskundevereniging van Suid-Afrika)
- (xi) "Indiensopleiding geskied onder andere deur middel van vakkomiteevergaderings maar ... senior goed gekwalifiseerde ervare onderwysers ... (is dikwels) ... nie beskikbaar nie ... (dit) ... kom nie altyd tot sy reg nie" (Dept. van Nasionale Opvoeding).
- (xii) "Verdere opleiding by TOD se Onderwyserskollege vir Verdere Opleiding het gedurende die afgelope sewe jaar ... tot 'n geringe mate gehelp ... om die tekort ... te verlig. Daar bestaan 'n gedagterigting dat die universiteite se sillabusse en benadering nie in die bepaalde behoeftes van die onderwyser voorsien nie. Kursusse is nie onderwysgerig nie.
- " ... alle onderwysers ... of hulle voldoende opgelei is of nie (moet) ... vir ten minste 'n termyn of langer verpligte indiensopleiding of oriëntering ... ondergaan om vertrouwd te raak met die nuutste ontwikkelings ..." (Transvaalse Onderwysdepartement).
- (xiii) "The in-service tutors themselves may need further training to cope with an expanded program ... courses should cover both general content background and teaching skills ... (Prof. J.R. Seretlo, University of Fort Hare).

4.7.4 Institute wat formele of informele indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers aanbied.

a. Formele indiensopleiding wat vir akkreditering kwalifiseer

- (i) Kollege vir Verdere Opleiding, Pretoria (Transvaalse Onderwysdepartement). Voltydse en deeltydse opleiding word aangebied.
- (ii) n Verskeidenheid indiensopleidingsentrums vir die opleiding van onderwysers aan skole van die Departement van Onderwys en Opleiding. Voltydse en deeltydse opleiding word aangebied.
- (iii) Instituut vir Wiskunde- en Wetenskaponderrig. Universiteit van Stellenbosch.
- (iv) Vakansie- en korrespondensiekursusse (Kaaplandse Onderwysdepartement).
- (v) Instituut vir Wiskunde Didaktiek van die Universiteit van Port Elizabeth.

b. Formele kursusse of oriënteringskursusse wat nie vir akkreditering kwalifiseer nie.

Wanneer nuwe sillabusse ingestel word, bied onderwysdepartemente oriënteringskursusse aan.

c. Vakorganisasies wat informele indiensopleidingsaktiwiteite aanbied "deur onderwysers vir onderwysers"

- (i) Wiskunde Genootskap van Suid-Afrika
- (ii) Suid-Afrikaanse Vereniging van Onderwysers in Natuur- en Skeikunde
- (iii) Suid-Afrikaanse Vereniging van Onderwysers in Biologie.

Hierdie organisasie bied tydens hul jaarkongresse en konvensies aktiwiteite aan om onderwysers die geleentheid te bied om saam te werk en saam te dink. Die grootste probleem egter, is die reis- en verblyf koste wat deelnemers self moet dra (kyk paragraaf 4.7.2.).

- (iv) Onderwysersentrums organiseer soms studie- of besprekingsgroepe oor vakonderrig.

d. Indiensopleiding behoort n gereelde daaglikse aktiwiteit vir elke onderwyser te wees deur middel van lees, waarneming of eksperimentering gedurende die onderrig van sy vak(ke).

4.8 AANBEVELINGS INSAKE DIE BESTAANDE OPLEIDINGSPRAKTYK VAN NATUURWETENSKAP- EN WISKUNDE-ONDERWYSERS

4.8.1 Opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers vir die sekondêre skool aan universiteite en teknikons

a. Aanbevelings insake kwalifikasies en opleiding

- (i) Eenvormige minimum kriteria vir die evaluering van kwalifikasies behoort ontwerp en toegepas te word op alle natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers in sekondêre skole om te bepaal of die onderwysers gekwalifiseerd is om op 'n spesifieke vlak te kan onderrig gee in Wiskunde, Natuur- en Skeikunde, Biologie of Algemene Wetenskap.
- (ii) Die kwalifikasies wat erken behoort te word om 'n onderwyser as gekwalifiseerd te beskou vir die gee van onderrig in die natuurwetenskappe in die junior sekondêre skoolfase (sts. 5 tot 7) is soos volg:
- Onderwysers met Fisika I en Skeikunde I of 'n kombinasie van hierdie kwalifikasies, behoort as gekwalifiseerd beskou te word om die Natuur- en Skeikunde-komponent van Algemene Wetenskap in sts. 5 tot 7 te onderrig.
 - Onderwysers met Plantkunde I en Dierkunde I of Biologie I behoort as gekwalifiseerd beskou te word om die Biologie-komponent van Algemene Wetenskap in sts. 5 tot 7 te onderrig.
 - Onderwysers met 'n vier jaar hoër onderwysdiploma van 'n onderwyskollege, en wat in die vierde jaar in die onderrig van Natuur- en Skeikunde en Biologie op junior sekondêre onderwysvlak gespesialiseer het, behoort as gekwalifiseerd beskou te word om onderrig in Algemene Wetenskap aan sts. 5- tot 7-leerlinge te gee.
- (iii) Kursusse in vakdidaktiek wat op onderrig in Wiskunde, Natuur- en Skeikunde en Biologie betrekking het, behoort 'n groter deel van die totale kurrikulum vir die opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers aan universiteite uit te maak.

NB

- NB
- (iv) Opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers in die klaskamer-praktyk behoort die eerste prioriteit gedurende die opleidingsjare te wees en minder tyd behoort aan algemene studie in die Opvoedkunde, as inleiding tot nagraadse studie in die Opvoedkunde, bestee te word. Onderwysersopleiding moet progressief en relevant wees, dit wil sê die opleiding moet meer op die praktyk en vakonderwys gerig wees en minder op die teorie van onderwys.
 - (v) Die geïntegreerde akademiese en professionele opleiding wat as 'n vier jaar graadopleiding gevolg kan word, byvoorbeeld 'n B.Sc. (Ed.) of B.Ed. (Sc.), behoort vir natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers aangebied te word. Die kurrikulum moet natuurwetenskap- en/of Wiskunde-onderwys insluit en alle kursusse behoort onderwyser-georiënteerd te wees.
 - (vi) Hoewel die subkomitee voorkeur gee aan die geïntegreerde natuurwetenskap/Wiskunde- en Opvoedkunde-graad, moet die tradisionele B.-graad plus een jaar onderwysdiploma behou en voortgesit word om onderwysers in die natuurwetenskappe en Wiskunde op te lei. Praktiese onderwys behoort meer aandag te kry as wat tans die geval is. Hierdie wyse van opleiding gee aan persone wat eers ná die verwerwing van 'n graad of selfs nog op 'n veel later stadium in hul lewe besluit om onderwyser te word, die geleentheid om die een jaar onderwysdiploma te volg.
 - (vii) Natuurwetenskap- en Wiskundekursusse aan universiteite behoort vir modules of semesterkursusse voorsiening te maak wat spesiaal vir onderwysstudente ontwerp is. Hierdie modules/semesterkursusse moet voorsiening maak vir onderwerpe wat in die skoolsituasie vereis word maar nie normaalweg in standaard universiteitskursusse aangebied word nie.
 - (viii) 'n Opsionele "brugjaar" behoort aan universiteite aangebied te word vir studente wat tot die universiteit wil toetree maar onbevredigend vir die universiteit voorberei is. Hierdie kursus kan ook deur studente gevolg word wat vir 'n lang periode nie met akademiese aktiwiteite besig was nie.
 - (ix) Onderwysers met kwalifikasies in Wiskunde en Natuur- en Skeikunde wat vir tegniese onderwys relevant is, behoort spesiaal vir tegniese onderwys opgelei te word met gebruikmaking van alle moontlike fasiliteite, en die vraag na tegniese onderwysers behoort bepaal te word.

- b. Voorleggings insake die opleiding van onderwysers (opleiding voor toetreding tot die beroep)
- (i) "As ons die vlak van opleiding van opvoeders in die vakke wat hulle onder-
rig as norm gebruik, dan is die kwaliteit van opvoeders in Blanke onderwys
in die Republiek ontstellend laag ..." (Rektor, Universiteit van Stellen-
bosch).
 - (ii) Alle universitêre onderwysersopleiding moet n vierjarige kursus behels
wat lei tot die graad B.Ed. (Algemene Wetenskap) of B.Ed. (Fisiese
Wetenskappe) of ..." (Dr. J.A. Brink, Universiteit van Stellenbosch).
 - (iii) "Many Black students had severely restricted opportunities for tertiary
education ... situations must therefore be examined to generate more
Black graduates ... many Coloured and Black students drop out of the
universities after the first year, because of inadequate preparation in
schools, and are lost ... a means (must) be sought to help such 'bridge
the gap'" (Subcommittee).
 - (iv) "Qualifications required by competent science teachers ... Senior classes
... total of 4 courses in Physics and Chemistry at university level.
Junior classes ... 2 university courses, one in Physics and one in Chemis-
try" (TTA).
 - (v) "Aan Swart skole het ongeveer 2 % van die onderwysers universiteitsgrade
in die toepaslike vakke en in skole vir Kleurlinge het 68 % van die leer-
kragte nie eens n matrikulasiesertifikaat nie" (Dekaan, Dept. Natuurweten-
skappe, RAU).
 - (vi) "... (n) skematiese beeld van die mate van "gekwalfiseerdheid" van n
Wiskunde-onderwyser vir sy taak ... (of) vlakke van ekwivalente kwalifika-
sies (is gepostuleer)" (D.J. Kriel, UPE).
 - (vii) "Foremost among the necessary attributes of a good teacher is that he
should be a subject specialist, possessing a deep knowledge of his sub-
ject as well as the ability to communicate this knowledge to pupils ...
The usual Teachers' Diploma course with its emphasis on the Philosophy,
History, Psychology, Sociology and Administration of Education does not
equip student teachers for down-to-earth, effective classroom work. The

stress should be on the Philosophy, History and more importantly, Methodology of individual teaching subjects ..." (T. Marsh, University of Fort Hare).

- (viii) "... Die tekort (aan gekwalifiseerde onderwysers) in Algemene Wetenskap is reeds kritiek ... n Verandering in kursussamestelling op voorgraadse vlak verdien oorweging" (KOD).
- (ix) "The standard of basic science and mathematics teaching at universities, ... gives rise for considerable concern" (Chamber of Mines).

4.8.2 Die opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers vir die sekondêre skool aan onderwyserskolleges

In die Republiek van Suid-Afrika is dit die taak van universiteite om onderwysers vir die sekondêre skool op te lei. Primêreskoolonderwysers word hoofsaaklik deur onderwyserskolleges opgelei. Daar is natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers met n vier jaar hoër onderwysdiploma (HOD) (spesialisering in die vierde jaar) wat onderrig gee in die natuurwetenskappe en Wiskunde aan sekondêre skole.

a. Aanbevelings insake die opgradering van onderwyserskolleges

Op grond van die kort- en langtermynopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers om in die onmiddellike behoeftes te voorsien maar ook met die oog op die toekoms, en die feit dat dit vir universiteite onmoontlik is om te voorsien in die vraag na natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers, word daar aanbeveel dat aandag geskenk moet word aan die opgradering van onderwyskolleges om natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers vir die sekondêre skool op te lei om sodoende te help voorsien in die vraag na hierdie onderwysers.

b. Aanbevelings insake akademiese standaarde

Die standaard van die spesialiseringkursus in natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwys in die vierde jaar van die HOD, moet van so n aard wees dat dit met of sonder matrikulasievystelling vir die universiteite as n toelatingskwalifikasie vir graadstudie aanvaarbaar sal wees. Dit impliseer n wysiging van die huidige regulasies insake universiteitstoelating.

n Implikasie van hierdie voorstel is dat elke onderwyserskollege onder die beskerming van n universiteit sal staan. Die universiteit sal aan die ontwerp van die kurrikulum, implementering van kursusse, die keuring en evaluering van studente deelneem. Diplomas wat aan natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers uitgereik word, sal deur die betrokke universiteit geëndosseer word.

4.8.3 Aanbevelings insake nagraadse studie in Wiskunde- en natuurwetenskap- onderwys

In die lig van die ernstige tekort aan gekwalifiseerde natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers asook aan leiers in hierdie vakgebiede, behoort nagraadse studie in die Opvoedkunde spesiaal voorsiening te maak vir n kursus in sowel natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwys as in navorsings-aktiwiteite oor natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwys.

Honneurskursusse in die natuurwetenskappe en Wiskunde behoort keuses toe te laat wat opleiding as onderwyser moontlik maak asook keuses wat sal bydra om die bevoegdheid van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers te verbeter.

4.8.4 Die opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers in die primêre skool

a. Bespreking

Primêre skole in die RSA het n geslote struktuur en vakonderwys word dikwels ondergeskik gestel aan die leerlinge se belangstelling. Hoewel vakonderwysers in die senior primêre skoolfase ingestel is, beskou die meerderheid van die betrokke onderwysers hulleself nie as onderwysers van Wiskunde of die natuurwetenskappe nie.

b. Aanbevelings oor die onderrig in Wiskunde en die natuurwetenskappe aan primêre skole.

- (i) Dit is belangrik dat die onderwysers vir Wiskunde en die natuurwetenskappe bewus gemaak moet word van die feit dat hulle n groot bydrae maak met betrekking tot die negatiewe of positiewe beeld van Wiskunde en die natuurwetenskappe wat uiteindelik by leerlinge sal bly voortbestaan.

- (ii) Aangesien die basis vir suksesvolle natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwys in die primêre skool gelê word, behoort die Wiskunde- en natuurwetenskap-komponente van die diplomakursusse van kolleges opgradeer te word. Die kursusse behoort in die besonder voorsiening te maak vir beter opleiding in laboratoriumwerk en vir Wiskunde wat met die daaglikse lewe verband hou. Sodoende sal onderwysers toegerus wees om effektief onderrig te gee aan leerlinge wat ten opsigte van bekwaamheid en kulturele agtergrond van mekaar verskil.

HOOFSTUK 5

DIE BELANGRIKSTE BEVINDINGS EN AANBEVELINGS

5.1 VERNAAMSTE BEVINDINGS EN AANBEVELINGS IN VERBAND MET DIE GEWILDHEID VAN DIE NATUURWETENSKAPLIKE VAKKE EN WISKUNDE OP SEKONDÊRE EN TERSIËRE ONDERWYSVLAK EN DIE BYDRAE WAT DIE PRIVATE SEKTOR EN MASSAMEDIA KAN LEWER OM DIE GEWILDHEID TE BEVORDER.

5.1.1 Belangrikste bevindings

Die ondersoek na die gewildheid van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde het gelei tot 'n beskouing van

- (i) die getalle leerlinge en studente wat dié vakke op sekondêre en tersiêre vlak neem, en
- (ii) die gesindhede van leerlinge teenoor sowel die vakke as die beroeps- moontlikhede wat die vakke bied.

Uit statistiek met betrekking tot die gewildheid/ongewildheid van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde vir die jare 1964-1980 is onder andere tot die gevolgtrekking gekom dat Natuur- en Skeikunde en Wiskunde beslis nie gewilde skoolvakke is nie, terwyl Biologie weer besonder gewild is. Op tersiêre vlak is daar 'n volgehoue daling in die persentasie eerste B.- grade wat in die basiese natuurwetenskappe toegeken is. (Kyk paragraaf 2.3.4.)

'n Beskouing van die redes vir die gewildheid/ongewildheid, gestaaf deur die gevolgtrekkings, het getoon dat die belangrikste redes dié is wat verband hou met

- (i) sillabusgebreke
- (ii) onderwysersopleiding en onderrigmetodes
- (iii) ontoereikende laboratoria
- (iv) begripsprobleme wat dikwels na 'n kultuurgaping teruggevoer kan word

- (v) swak prestasies
- (vi) gebrekkige voorligting
- (vii) gebrek aan professionele erkenning

Dit het ook geblyk dat talle pogings deur die private sektor aangewend word ter bevordering van die gewildheid van die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde. Die grootste leemte wat egter opgeval het, is die gebrek aan koördinerende van die instansies se pogings asook dat 'n groot aantal van hierdie pogings toegespits is op slegs klein groepe leerlinge. (Kyk paragraaf 2.5.3.)

5.1.2 Aanbevelings om die gewildheid van die Natuurwetenskappe en Wiskunde te verhoog

Hoewel die volgende aanbevelings in hoofsaak op Natuur- en Skeikunde en Wiskunde betrekking het, is van die aanbevelings ook op Biologie van toepassing.

- a. Aanbevelings insake sillabusse
 - (i) Die begrippe wat in die sillabusse vir die vakke in elke skoolfase aangebied word, moet binne die leerlinge se bevatlikheidsvermoë (begripsvermoë) val.
 - (ii) Die verwantskap tussen wetenskap, tegnologie en die gemeenskap moet voortdurend deur die sillabusse beklemtoon word.
 - (iii) Die sillabusse moet kort genoeg wees om voldoende tyd vir toepaslike praktiese eksperimente toe te laat. Om dit moontlik te maak, moet oorweging geskenk word aan die strukturering van sillabusse volgens die "kern-pluskeuses"-patroon.
 - (iv) Die sillabusse wat vir die verskillende vlakke op skool, universiteite en inrigtings vir na-skoolse onderwys voorgeskryf word, moet waar dit van toepassing is, omsigtig gekoördineer word sodat daar sover moontlik vir die ontwikkeling van leerstof in elke opeenvolgende kursus voorsiening gemaak word, in plaas van onnodige herhaling van leerstof in opeenvolgende kursusse. Sillabusse van verskillende vakke behoort gekoördineer en

geïntegreer te word.

b. Aanbevelings insake onderrig

- (i) Onderwysers behoort voldoende en toereikende kennis en begrip van hulle vakke te hê sodat die vakke met vertroue en entoesiasme aangebied kan word.

Indien onderwysers nie oor voldoende kennis en begrip van hulle vakke beskik nie, behoort indiensopleidingskursusse en deeltydse kursusse aan universiteite en kolleges benut te word en behoort minder ervare onderwysers die geleentheid gebied te word om leiding oor die onderrig van die vakke van streeksadviseurs te ontvang. Streeksadviseurs behoort onderwysende personeel in plaas van administratiewe inspekteurs te wees.

- (ii) Die belangrikheid van praktiese werk in die natuurwetenskappe en probleemoplossing in Wiskunde, en die behoefte wat leerlinge aan persoonlike leiding in dié verband het, vereis dat die leerling - onderwyserverhouding vir die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde laer as vir ander vakke behoort te wees.
- (iii) Kurrikulumbeplanners behoort dringend aandag te gee aan die tydig verskaffing van handboeke wat meer verstaanbaar en aantreklik sal wees, en wat ook vir die moderne gemeenskap relevant sal wees. Die verskaffing van onderwysers- en laboratoriumhandleidings behoort dringend aandag te kry.
- (iv) Om die effektiewe onderrig van die natuurwetenskappe moontlik te maak, behoort elke skool van 'n laboratorium wat toereikend toegerus is, voorsien te word. Daar is tans 'n behoefte aan laboratoria's veral aan Kleurling-, Indiër- en Swart skole.
- (v) Om die optimale benutting van laboratoria's te verseker, behoort opgeleide laboratoriumassistenten in diens geneem te word. Verder behoort die natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers se werkklas met betrekking tot administratiewe verantwoordelikhede en buitemuurse aktiwiteite verminder te word, sodat hulle effektief by die gee van onderrig in hul vakke betrokke kan wees.
- (vi) Om die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde effektiewer en aanlokliker te maak, behoort onderwystegnologie ten volle ingeskakel te word. Dit impliseer die verskaffing van, onder andere, onderwys hulpmiddels soos films (16 mm films van video-kassette), skyfie- en kassetbandaanbiedinge, rekenaargebaseerde onderrigprogramme, asook die gebruik van die televisie-uitsaaidiens gedurende skoolure om deskundige onderrig in bepaalde onderwerpe te gee.

- (vii) Toetsing en remediërende prosedures behoort ontwerp te word om by die kursus ingeskakel te word om leerlinge te help en aan te moedig om met die kursus voort te gaan in plaas van om die kursus te staak.
 - (viii) Om die leerlinge se selfvertroue in hul bekwaamheid om suksesvol in die natuurwetenskappe en Wiskunde te wees, te ontwikkel, behoort selfonder- rig en ontdekking deurgaans gedurende die kursus beklemtoon te word. In hierdie verband is die mikrorekenaar 'n nuttige hulpmiddel.
 - (ix) Die huidige publikasies en kompetisies om die belangstelling van senior leerlinge in die natuurwetenskappe en Wiskunde te stimuleer en te bevorder (byvoorbeeld Archimedes en die Wiskunde Olimpiade), moet na die junior sekondêre skoolvlak uitgebrei word. Die publikasies behoort artikels te bevat wat geredelik verstaanbaar vir 'n wyer spektrum van die skoolbevolking sal wees.
 - (x) Voorsiening moet gemaak word, sowel finansiële as in terme van regulasies dat leerlinge dikwels reise kan onderneem wat hulle in staat sal stel om die praktiese aanwending van die wetenskaplike begrippe wat hulle in die klas geleer het, in die natuur en in die nywerheid te sien en te be- leef.
- c. Aanbevelings insake die voorsiening van groter getalle onderwysers en leerlinge vir die Natuurwetenskappe en Wiskunde
- (i) Alle moontlike pogings moet aangewend word om persone te werf om bevoeg- de onderwysers in hierdie vakke te word.
 - (ii) Die salarisstruktuur en werksomstandighede van onderwysers - veral natuur- wetenskap- en Wiskunde-onderwysers behoort sodanig verbeter te word dat dit persone na die onderwysprofessie sal trek en sal verhoed dat onder- wysers die diens verlaat.
 - (iii) Diskriminasie teen onderwyseresse met betrekking tot salaris en diens- voorwaardes moet uitgeskakel word.
 - (iv) Die vakkeusemoontlikhede waaruit leerlinge by die toetredende tot die senior sekondêre skoolfase kan kies, behoort waar nodig vermeerder te word so- dat daar meer vakkeusemoontlikhede bestaan wat die natuurwetenskappe en Wiskunde insluit.
 - (v) Nouer skakeling behoort tussen skole en tersiêre onderwysinrigtings te bestaan sodat leerlinge die geleentheid gebied kan word om die natuurwe- tenskapdepartemente van universiteite en teknikons te besoek en sodat sprekers van hierdie inrigtings weer op hul beurt skole kan besoek om natuurwetenskap-georiënteerde praatjies te lewer.

(vi) Die skoolvoorligtingsdiens aan skole behoort meer funksioneel te wees sodat die studie- en beroepsmoontlikhede wat die natuurwetenskappe en Wiskunde bied, effektiewer aan leerlinge oorgedra kan word, veral gedurende die senior sekondêre skoolfase.

d. Aanbevelings insake tersiêre onderwys

- (i) Universiteite behoort brugkursusse aan te bied wat op grond van navorsing ontwerp is, om die aansluiting tussen skool- en universiteitskursusse te verbeter, veral in Natuur- en Skeikunde en Wiskunde.
- (ii) Navorsing met betrekking tot die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde op tersiêre onderwysvlak asook in die senior sekondêre skoolfase behoort aan tersiêre onderwysinrigtings onderneem en uitgebou te word.
- (iii) Oorweging behoort geskenk te word aan die instel van vakke wat 'n kombinasie van ander vakke is, byvoorbeeld "Physichem" met komponente van Fisika, Chemie en tegnologie, asook Biologie met komponente van Plantkunde, Dierkunde, Fisiologie en Anatomie. Hierdie vakke kan moontlik die gewildheid van die natuurwetenskaplike vakke by onderwysstudente verhoog. Spesiale onderwysgerigte universiteitsgrade in die natuurwetenskappe waarvan die inhoud meer skoolgerig as die huidige B.Sc.(Ed.)-grade is, behoort oorweging te geniet. Hierdie grade moet kan deurloop tot Meesters- en doktorsgrade.
- (iv) Universiteite moet self pogings aanwend om die natuurwetenskaplike studierigtings aan hulle inrigtings gewilder te maak deur middel van byvoorbeeld uitstallings, oop laboratoriums, lesings oor interessante onderwerpe rakende die verskillende natuurwetenskapdisiplines asook die gebruik van beter metodes van onderrig.

e. Aanbevelings insake die registrasie van professionele natuurwetenskaplikes

Die registrasie van professionele natuurwetenskaplikes by 'n statutêre raad word as noodsaaklik beskou om beroepsprobleme uit te skakel wat onder andere verband hou met die onregverdigde behandeling van en ongunstige beroepsmoontlikhede vir natuurwetenskaplikes in vergelyking met ander natuurwetenskaplik-georiënteerde professies soos geneeskunde en ingenieurswese. Gevolglik word dit as uiters noodsaaklik beskou dat die nodige stappe in dié verband sonder verdere versuim gedoen moet word.

f. Aanbevelings met betrekking tot die bydraes wat die private sektor en massamedia kan lewer om die belangstelling in die natuurwetenskaplike vakke en -beroepsrigtings aan te wakker.

(a) Motivering

Daar is behoefte aan -

- (i) die koördinering van 'n verskeidenheid aksies wat deur die private sektor, owerheidsektor, vakverenigings en massamedia bedryf word ter bevordering van die natuurwetenskappe en die onderrig daarin,
- (ii) meer doelgerigte skakelwerk, uitbreiding van bestaande aksies en instelling van nuwe programme, en
- (iii) bevordering van die beeld van die wetenskappe en tegnologie by die jeug en breë publiek deur die massamedia soos die SATV, waardeur groter erkenning van en ondersteuning vir wetenskaplike hulpbronne verkry sal word.

(b) Aanbevelings

Om in bovermelde behoeftes te voorsien, word derhalwe aanbeveel dat daar so spoedig doenlik 'n studie deur 'n verteenwoordigende groep onderneem word om te bepaal watter meganismes en strukture geskep moet word om die nodige koördinering, skakeling en bevordering te bewerkstellig.

5.2 DIE BELANGRIKSTE BEVINDINGS EN AANBEVELINGS MET BETREKKING TOT SILLABUSSE EN KURRIKULUMONTWIKKELING VIR DIE NATUURWETENSKAPLIKE VAKKE EN WISKUNDE

5.2.1 Belangrikste bevindings

Volgens die navorsing wat onderneem is en getuienis wat ontvang is, blyk die huidige sillabusse vir die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde asook die wyse van sillabushersiening onbevredigend te wees. Die herstrukturering van die sillabusse en wyse van sillabushersiening is derhalwe noodsaaklik.

5.2.2 Aanbevelings

a. Aanbevelings insake 'n Nasionale Wetenskap- en Wiskundekurrikulumsentrum

- (a) Ten einde kurrikulumontwikkeling vir die natuurwetenskappe en Wiskunde op skoolvlak te kan uitvoer, behoort onverwyld aandag aan die daarstel-

ling van 'n Nasionale Wetenskap- en Wiskundekurrikulumsentrum gegee te word.

- (b) Die sentrum behoort onder die toesig van die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing te ressorteer of 'n afdeling van 'n groter Nasionale Kurrikulumontwikkelingsentrum te wees.
- (c) Die personeel van die sentrum behoort te bestaan uit -
- (i) 'n klein aantal permanente personeellede vir elk van die natuurwetenskaplike vakke (Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde);
- (ii) tydelike personeellede wat vir wisselende periodes van skole en ander inrigtings na die sentrum gesekondeer word. Hierdie personeel behoort praktiese klaskamerervaring en deeglike kennis van natuurwetenskap- en /of Wiskunde-onderwys in Suid-Afrika te hê.
- (d) Die personeel van die sentrum behoort ten nouste met eenhede vir kurrikulumontwikkeling aan die verskillende tersiêre onderwysinrigtings saam te werk.
- (e) Aangesien daar 'n beperkte aantal permanente personeellede aan die sentrum verbonde sal wees, sal 'n advieskomitee vir elkeen van die vakke noodsaaklik wees. Hierdie advieskomitees sal aktief aan die kurrikulumontwikkelingsprosedure deelneem en gevolglik gereeld op vaste tye vergader.
- (f) Die lede van die advieskomitee behoort 'n wye terrein van belanghebbendes te verteenwoordig en behoort derhalwe verteenwoordigers van die volgende instansies in te sluit:
- . Onderwysdepartemente
 - . Vakverenigings van onderwysers
 - . Tersiêre onderwysinrigtings
 - . Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing
 - . Wetenskaplike en Nywerheidsnavorsingsraad
 - . Professionele instansie
 - . Nywerheidswese
 - . Ander belanghebbende instansies
- (g) Die sentrum behoort in oorleg met die advieskomitee te dien as 'n sentrum

vir -

- (i) die inisiëring, stimulering en onderneming van voortgesette kurrikulumnavorsing en -ontwikkeling;
- (ii) die koördinering van kurrikulumnavorsing en ontwikkeling;
- (iii) hulpverlening en leidinggewing aan lokale of streekskurrikulumprojekte;
- (iv) die dokumentasie en beskikbaarstelling van inligting oor natuurwetenskap-
onderwys veral met betrekking tot ontwikkeling in die RSA.
- (v) die finansiering van kurrikulumnavorsing en ontwikkeling in die verskil-
lende institute in die vorm van kontraknavorsing, en
- (vi) die akkreditering van kurrikulums wat deur private organisasies ingedien
word met die oog op toelating tot eksamens en die finansiering van onder-
wys.

b. Aanbevelings insake prosedures vir kurrikulumontwikkeling

Kurrikulumontwikkeling word nie as slegs die skryf van 'n nuwe sillabus beskou nie. Dit word beskou as die skryf van 'n sillabus asook die produksie van materiaal om die sillabus te ondersteun, byvoorbeeld handboeke, handleidings vir onderwysers, laboratoriumhandleidings vir leerlinge, werkstate vir leerlinge en selfs nuwe apparaat. Hierdie materiaal sal eers in die praktyk uitgetoets word voordat dit in skole ingevoer word.

Op grond van die voorgaande standpunt, beveel die komitee aan dat die volgende kurrikulumontwikkelingsprosedure vir die natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwys vir Suid-Afrika aanvaar word.

- (a) Stap 1 As inleidende of preliminêre stap moet die algemene doel, doelwitte en filosofie van die spesifieke sillabus breedvoerig bespreek word. Die belangrikste relevante karakteristieke van die teikengroep vir wie die sillabus bedoel is, moet geïdentifiseer word. Aan hierdie gesprek moet 'n wyer spektrum van persone deelneem as wat die geval in die verlede was (vgl. lede van die Advieskomitee, par. 3.6.1 (e)). Hierdie voorlopige samesprekings of debat maak dit moontlik om die doel met die sillabus en die kriteria vir die seleksie van inhoud te identifiseer.

Met die preliminêre gesprek of situasie-analise moet die volgende in gedagte gehou word.

- (i) Kurrikulumontwikkeling moet gebaseer wees op 'n psigologiese model waarvoor eenstemmigheid verkry is, byvoorbeeld aanvaarbare leer- en kinderontwikkelingsteorieë.
- (ii) 'n Program moet ontwerp word wat onderwys van dieselfde gehalte of kwaliteit vir alle volksgroepe beskikbaar sal maak, soos dit gestel is in die navorsingsversoenk wat die RGN van die Kabinet ontvang het.
- (iii) Die komitee aanvaar die beginsel dat met die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde in Suid-Afrika, alle volksgroepedieselfde sillabusse sal volg, en dieselfde openbare eksamens sal skryf.

Hoewel die komitee enersyds aanvaar dat leerlinge op grond van hulle agtergrond in die praktyk aanmerklik van mekaar sal verskil, is die komitee andersyds oortuig dat hierdie verskille deur middel van die inskakeling van 'n verskeidenheid onderrigmetodes oorkom kan word. Hiermee word byvoorbeeld bedoel dat die ondersteunende materiaal wat tydens kurrikulumontwikkeling geproduseer word, 'n verskeidenheid wyses waarvolgens die onderrig in 'n spesifieke onderwerp benader kan word, sal beskryf.

- (b) Stap 2 Die gevolgtrekkings waartoe in stap 1 gekom is, dien nou as verwysingsraamwerk vir die opstel van konsepsillabus soos in paragraaf 3.6.4 (a) uiteengesit. Die konsepsillabus behoort deur die personeel van die Sentrum opgestel en so wyd moontlik vir kommentaar versprei te word. Kommentaar moet ingewin word van 'n wye spektrum van veral persone en inrigtings wat los staan van die dag-tot-dag onderrig in die natuurwetenskappe. Hierdie kommentaar behoort sorgvuldig geëvalueer en aangewend te word in die hersiening van die konsepsillabus.

Opmerking: Die opstel van die Natuur- en Skeikunde- Biologie- en Wiskundesillabusse moet nie in isolasie geskied nie. Die verwantskap en verhouding van gemeenskaplike onderwerpe in die sillabusse behoort aangedui te word.

- (c) Stap 3 'n Eerste stel ondersteunende materiaal (handboeke, handleidings vir onderwysers, laboratoriumhandleidings vir leerlinge, ens.) wat op

sillabus gebaseer is, behoort nou deur die personeel van die sentrum voorberei te word of op kontrakbasis deur deskundiges buite die sentrum voorberei te word. Die plaaslike vervaardiging van apparaat behoort aangemoedig te word. (Die "Science Education Project" kan as voorbeeld dien.)

- (d) Stap 4 Die sillabus en die ondersteunende materiaal wat vir die kurrikulum voorberei is, behoort dan in 'n verteenwoordigende groep eksperimentele skole uitgetoets te word. Alle moontlike pogings moet aangewend word om die sillabus en ondersteunende materiaal onder normale onderwysomstandighede uit te toets. Die sillabus moet in sy geheel en nie stuksgewys uitgetoets word nie. 'n Toepaslike oriënteringsprogram vir die onderwysers betrokke by die toetsprogram, is 'n essensiële komponent van hierdie stap.
- (e) Stap 5 Die sillabus en kurrikulummateriaal behoort nou op grond van die toetsresultate en die evalueringsprogram hersien te word. Die ervaring wat onderwysers en leerlinge tydens die uittoetsing van die sillabus opgedoen het, moet omvattend aangewend word tydens die hersiening van die sillabus en kurrikulummateriaal.
- (f) Stap 6 Die hersiene sillabus en kurrikulummateriaal behoort dan weer in 'n groep skole uitgetoets te word. 'n Groter groep eksperimentele skole as in stap 4 word vir die uittoetsing van die sillabus en materiaal gebruik. (Die "Science Education Project" kan as voorbeeld dien.)
- (g) Stap 7 Die sillabus en kurrikulummateriaal word finaal hersien in die lig van die resultate van die tweede toetsing en evaluering. Hierna is die sillabus en kurrikulummateriaal gereed vir goedkeuring, publikasie en landswye implementering in skole. Die implementering moet ook 'n kontinue toepaslike oriënteringsprogram insluit.

Alle belanghebbende instansies, asook die gebruikers van die sillabus (verenigings, inrigtings en individue), moet 'n vaste uitnodiging hê om sowel gedurende die ontwikkeling van die sillabus as na die implementering daarvan, kommentaar oor die sillabus by die sentrum in te dien. Hierdie terugvoering moet deurlopend die aandag van die Advieskomitee geniet met die oog op die oorweging van die voorstelle en besluitneming oor toepaslike handeling om, onder andere, interimveranderinge in die sillabus aan te bring voor die volgende sillabus hersiening moet plaasvind.

c. Opmerkings insake Kurrikulumontwikkeling

- (i) Hoewel die voorgaande program aanvanklik as tydrowend en duur mag voorkom, is die komitee oortuig ongeag die koste van so 'n kurrikulumontwikkelingsprosedure dat die koste onbeduidend sal wees in vergelyking met die waarde wat effektiewe natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwys vir 'n industriële land inhou, want die onderrig in die betrokke vakke lê aan die basis van ons voorspoed, industriële ontwikkeling en groei. Die komitee wil ook daarop wys dat die koste verbonde aan 'n grootskaalse kurrikulumontwikkelingsprogram uiters gering is in verhouding tot die uitgawe aan onderwys in die geheel.
- (ii) Die sillabusse vir al die skoolfasies kan in periodes van tien jaar op 'n rotasiesiklus ingevoer word.
- (iii) Hoewel die sentrum die prioriteite met betrekking tot die volgorde waarvolgens sillabusse in die verskillende skoolfasies ingevoer moet word, moet bepaal, behoort dit beklemtoon te word dat die sillabus vir elke vak van sts. 2 tot 10, met inagneming van die stelsel van gedifferensieerde onderwys, as 'n geheel beplan moet word.
- (iv) Vir al vier onderwysfasies is dit dringend noodsaaklik dat net soveel aandag aan Elementêre Wetenskap en Wiskunde (primêre skoolfase), Algemene Wetenskap en Wiskunde (junior sekondêre skoolfase) en die behoeftes van beroepsonderwys gegee word as aan Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde (senior sekondêre skoolfase) wat betref die toesegging van hulpbronne vir toekomstige kurrikulumontwikkeling.
- (v) Die komitee wil ook daarop wys dat die aanbevole kurrikulumontwikkelingsprosedure wat toegelig is, veral van toepassing is op die ontwikkeling van kurrikulums vir die hoofstroomvakke wat aan groot getalle leerlinge in meeste skole onderrig word. Dit word egter voorsien dat die snelle ontwikkeling van tegniese en beroepsonderwys die ontstaan van nuwe gespesialiseerde kursusse in die natuurwetenskappe en Wiskunde tot gevolg sal hê wat aanvanklik aan klein groepe leerlinge onderrig sal word. 'n Spesiale prosedure sal derhalwe ontwikkel moet word om die proses van kurrikulumontwikkeling vir hierdie kursusse te versnel.

d. Aanbevelings met betrekking tot die struktuur van die sillabus

Behalwe vir die kurrikulummateriaal wat in paragraaf 3.6.2 gespesifi-

seer is en wat geproduseer en saam met die sillabus beskikbaar gestel behoort te word (byvoorbeeld handboeke, handleidings vir onderwysers, laboratoriumhandleidings vir leerlinge, werkstate vir leerlinge en selfs nuwe apparaat en hulpmiddels), beveel die komitee die volgende aan:

- (i) Die sillabus behoort veel meer as net 'n lys van onderwerpe te wees wat bestudeer moet word. Die sillabus moet 'n dokument wees wat ook die volgende bevat:

- Die doelstellings en doelwitte wat bereik moet word.
- Riglyne vir die onderwyser met betrekking tot die metodiek wat gevolg moet word om die doelstellings en doelwitte te bereik en om by die leerlinge die verlangde gesindheid teenoor die vak in te skerp (byvoorbeeld 'n ingesteldheid tot ondersoek en ontdekking).
- Riglyne vir die lokalisering van die sillabus, met ander woorde hoe om die lokale karakteristieke van 'n spesifieke streek (byvoorbeeld plaaslike industrieë, klimaat, omgewing, ens.) te benut om die sillabus vir die leerlinge meer relevant te maak.

- (ii) Die sillabus moet bestaan uit 'n verpligte kern van onderwerpe wat landswyd geld, plus 'n stel onderwerpe waaruit keuses gedoen kan word. Die keuse van onderwerpe sal bepaal word deur die streeksomstandighede en die belangstelling en aanleg van sowel die leerlinge as die onderwyser.

- e. Aanbevelings insake kurrikulumontwikkeling vir die pre-primêre en junior primêre skoolfase

Die komitee huldig die mening dat die kurrikulumontwikkelingsprosedures vir die pre-primêre en junior primêre skoolfases dieselfde moet wees as vir enige ander skoolfase.

- f. Aanbevelings insake kurrikulumontwikkeling op die tersiêre onderwysvlak

- (a) Universiteite

Die komitee beveel aan dat universiteite verteenwoordigers op 'n komitee benoem om riglyne te formuleer met betrekking tot -

- (i) die (noodsaaklike) kennis van en vaardighede in die natuurwetenskappe en

Wiskunde waaroor matrikulante moet beskik om kursusse in hierdie vakke aan universiteite te kan volg;

- (ii) brugkursusse in die natuurwetenskappe en Wiskunde, en
- (iii) eerstejaarkursusse in die natuurwetenskappe en Wiskunde.

Die aangewese instansie om in hierdie verband die leiding te neem, is die Komitee van Universiteitshoofde, of die Onderwys Advieskomitee van die voorgestelde Raad vir Professionele Natuurwetenskaplikes.

(b) Inrigtings vir onderwysersopleiding

Die komitee beveel aan dat 'n adviserende liggaam riglyne moet neerlê om die struktuur van die natuurwetenskap- en Wiskundekursusse aan inrigtings vir die opleiding van onderwysers te bepaal. Die inisiatief in dié verband behoort deur die Minister van Nasionale Opvoeding geneem te word.

(c) Technikons en tegniese kolleges/institute

Die komitee beveel aan dat teknikons wat reeds uniforme kurrikulums vir verskillende nasionale diplomas het, 'n wetenskaplik gegronde prosedure van kurrikulumontwikkeling moet gebruik, min of meer volgens die prosedure van kurrikulumontwikkeling wat vir skole voorgestel is (vgl. paragraaf 3.6.2).

g. Aanbevelings insake kurrikulumontwikkeling vir indiensopleiding en voortgesette onderwys

(a) Indiensopleiding (Onderwys vir kontinue professionele ontwikkeling van reeds gekwalifiseerde persone.)

Die komitee kan geen aanbevelings oor kurrikulumontwikkeling in die verskillende natuurwetenskaplike beroepe/professies maak nie. Indiensopleiding van persone in hierdie beroepe/professies berus by die verskillende professionele liggame. Kurrikulums vir die indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers is die verantwoordelikheid van onderwysersopleidingsinrigting en sal verskil na gelang van die behoeftes van die verskillende onderwysdepartemente.

- (b) Voortgesette onderwys (Onderwys vir persone wat die konvensionele onderwysstelsel vroeg verlaat het en nou weer tot die stelsel wil toetree.

Die komitee erken dat daar in die toekoms 'n toenemende aanvraag vir hierdie vorm van onderwys sal wees en dat voortgesette onderwys beslis verskillend van konvensionele onderwys sal wees met betrekking tot sowel die probleme as die kurrikulum. Aangesien 'n struktuur van voortgesette onderwys nog nie uitgespel is nie, kan die komitee geen aanbevelings insake prosedures van kurrikulumontwikkeling vir die natuurwetenskappe en Wiskunde vir hierdie tipe onderwys maak nie.

- h. Aanbevelings insake die onmiddellike hersiening van bestaande sillabusse vir natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde

Volgens die RGN se verslag oor sillabusse en voorleggings wat van 'n verskeidenheid instansies ontvang is, blyk die huidige sillabusse vir die natuurwetenskappe en Wiskunde in sekere opsigte onbevredigend te wees.

Hoewel die komitee ten gunste daarvan is dat daar onmiddellik met die hersiening van die sillabusse volgens die sewe stappe soos in paragraaf 3.6.2 uiteengesit, begin moet word, is die komitee ook bewus daarvan dat vertraging as gevolg van probleme wat met die daarstelling van 'n Nasionale Natuurwetenskap- en Wiskundekurrikulumontwikkelingsentrum ondervind sal word, dit 'n geruime tyd sal duur voordat enige belangrike program van kurrikulumontwikkeling van stapel gestuur kan word. Die komitee is egter oortuig dat dit van die allergrootste belang is dat die bestaande sillabusse vir die natuurwetenskaplike vakke en Wiskunde op een of ander wyse onmiddellik hersien moet word. Die komitee beveel derhalwe aan dat dit dringend noodsaaklik is dat 'n natuurwetenskap- en Wiskundekurrikuleringsgroep tot stand moet kom om onmiddellik interimveranderinge in die kurrikulums van die betrokke vakke aan te bring.

Die komitee is ook van mening dat die RGN die natuurlike tuiste van so 'n groep sou wees. Wanneer 'n Nasionale Natuurwetenskap- en Wiskundekurrikulumontwikkelingsentrum tot stand gekom het, sal die werksaamhede van hierdie voorgestelde groep daarin opgeneem kan word.

Met betrekking tot kurrikulumontwikkeling vir tersiêre onderwys, indiensopleiding en voortgesette onderwys, kan hierdie voorgestelde nasionale eenheid deur middel van advies, leiding en hulpverlening 'n diens lewer.

5.3 DIE BELANGRIKSTE BEVINDINGS EN AANBEVELINGS MET BETREKKING TOT DIE BESKIKBAARHEID EN OPLEIDING VAN NATUURWETENSKAP- EN WISKUNDE-ONDERWYSERS

5.3.1 Inleidende opmerkings

Die subkomitee het die volgende aspekte ondersoek:

- Die omvang van die huidige tekorte aan natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers in sekondêre skole
- Die redes vir die tekorte aan natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers.
- Die opleiding van onderwysers vir hierdie vakke
- Die indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers.

Inligting wat deur instansies wat belang by die onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde het, asook inligting wat deur onderwysdepartemente beskikbaar gestel is en deur RGN-opnames ingewin is, is deur die subkomitee oorweeg. Gesprekke is ook met verskeie persone oor die onderrig in die vakke gevoer.

Die subkomitee het op grond van die verkreë inligting hoofsaaklik die personeelposisie vir die natuurwetenskappe en Wiskunde aan sekondêre skole in oënskou geneem.

5.3.2 Vernaamste bevindings en aanbevelings

a. Vraag na en aanbod van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers

1. Bevindings

Hoewel die beskikbare statistiek aandui dat die aantal onderwysers wat in natuurwetenskappe en Wiskunde onderrig gee, ontoereikend is, en selfs in so 'n mate dat sommige skole die vakke nie aanbied nie, kon die omvang van die huidige tekort aan en die geprojekteerde vraag na natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers nie akkuraat bereken word nie.

2. Aanbeveling

Daar word aanbeveel dat 'n indringende ondersoek onderneem word om die werklike omvang van die huidige tekort aan onderwysers vir Natuur- en Skeikunde, Biologie, Wiskunde en Algemene Wetenskap te bepaal en om die geprojekteerde tekort aan onderwysers vir hierdie vakke te bepaal.

b. Werwing van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers

1. Bevindings

Die verwagte aanbod van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers sal nie in die vraag na hierdie onderwysers kan voorsien nie. Hierdie situasie word vererger deur die kommerwekkende verlies aan onderwysers as gevolg van die beter salaris- en diensvoorwaardes wat die privaatsektor bied.

Die werwing van potensiële natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers en die retensie van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers wat tans in diens is, kan vergemaklik en bevorder word as hierdie onderwysers se salarisse en werksomstandighede verbeter word.

2. Aanbevelings

- (i) 'n Spesiale toelaag behoort aan natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers betaal te word om die beroep vir hierdie onderwysers aantrekliker te maak. Dit is noodsaaklik omdat hierdie onderwysers ontvanklik is vir die aantreklike salarisse wat deur nywerhede aangebied word, veral in tye van ekonomiese opbloei.
- (ii) Die werksomstandighede van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers behoort verbeter te word deur hul van behoorlik toegeruste laboratoriums te voorsien, gekwalifiseerde laboratorium-assistente aan te stel, en buite-kurrikulêre werkklas te verminder.
- (iii) Meer geleenthede behoort geskep te word om individuele onderwysers die geleentheid te bied om professioneel te ontwikkel. Onderwysers behoort in dié verband aangemoedig te word om kursusse en konferensies by te woon en hulle behoort ook in hul professionele optrede meer vryheid te geniet om byvoorbeeld self keuses oor metodes van onderrig te maak.

- (iv) Bevorderingsmoontlikhede behoort geskep te word sodat natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers in hulle professie opgang kan maak maar nog aktief by die onderrig van hulle vakke betrokke kan wees.
- (v) Diskriminerende regulasies teen onderwyseresse behoort verwyder te word, veral regulasies wat op die aanstelling van getroude onderwyseresse betrekking het.
- (vi) Natuurwetenskaplikes en wiskundiges buite die onderwysprofessie behoort aangemoedig te word om onderwysers te word deur aan hulle salarisse te betaal terwyl hulle voltyds of deelyds vir die hoër onderwysdiploma studeer.
- (vii) Gekwalifiseerde natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers behoort oorsee gewerf te word.
- (viii) Met die werwing van potensiële natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers behoort die volgende moontlikhede oorweeg te word:
 - Die opleiding van voornemende onderwysers behoort aan opleidingsinrigtings te geskied wat normaalweg vir studente van ander bevolkingsgroepe bedoel is.
 - Aan skole waar daar 'n tekort aan natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers is, behoort onderwysers van enige bevolkingsgroep vir aanstelling te kan kwalifiseer.

c. Indiensopleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers

1. Bevindings

Dit blyk dat daar nie eenvormigheid tussen die onderwysdepartemente is ten opsigte van die kriteria wat aangewend word om onderwysers as gekwalifiseerd in die natuurwetenskappe en Wiskunde te klassifiseer nie. Indien die laagste kriteria vir die evaluering van onderwysers se kwalifikasies aangewend word, is die meerderheid onderwysers ondergekwaliifiseerd. In vergelyking met die skole vir Blankes, is die situasie aan skole van die ander volksgroepe betekenisvol ernstiger. (Kyk tabelle 4.1 en 4.2.)

Volgens die kommentaar wat ontvang is, is die individuele inrigtings wat vir die opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers verantwoordelik is, bewus van en bekommerd oor die kritieke huidige tekort

aan hierdie onderwysers asook aan voornemende onderwysers in die natuurwetenskappe en Wiskunde. Hoewel die opleidingsinrigtings bewus is van die tekort aan natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers, is geen poging nog aangewend om op 'n gekoördineerde wyse' die tekort op 'n landswye grondslag op te hef nie.

2. Aanbevelings

- (i) As 'n hoogste prioriteit behoort 'n landswye indiensopleidingsprogram ingestel te word om die akademiese kwalifikasies van die groot aantal ondergekwalifiseerde onderwysers in die natuurwetenskappe en Wiskunde te verbeter.
 - (ii) 'n Stelsel om onderwysers in staat te stel om krediete te verwerf vir indiensopleidingskursusse of aktiwiteite wat suksesvol bygewoon is, behoort ingestel te word. Akkumulering van krediete in die betrokke vakke behoort erken te word vir die verwerwing van 'n kwalifikasie of 'n salarisverhoging.
 - (iii) Al die instansies wat vir die opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde onderwysers verantwoordelik is (universiteite, onderwysersopleidingskolleges, teknikons), behoort via hulle beheerliggame versoek te word om -
 - op 'n landswye grondslag aan indiensopleiding van onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde deel te neem,
 - hul kursusse te hersien en veral aandag aan die onderwysers se werklike behoeftes in die natuurwetenskappe en Wiskunde te gee, en
 - die nodige stappe te doen wat hulle as toepaslik en uitvoerbaar beskou om die aantal gekwalifiseerde onderwysers vir die natuurwetenskappe en Wiskunde te vermeerder.
- d. Onderwysersopleiding aan universiteite, opleidingskolleges en teknikons

1. Bevindings

Dit wil voorkom of die huidige struktuur van onderwysersopleiding behoort hersien te word en dat die tradisionele wyse van onderwysersopleiding nie in die besondere vraag na natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers kan voorsien nie.

2. Aanbevelings

- (i) Onderwysersopleidingskolleges behoort opgradeer te word om onderwysers in die natuurwetenskappe en Wiskunde vir die senior sekondêre skoolfase

op te lei. (Kyk hoofstuk 4, paragraaf 4.8.2 vir aanbevelings wat met hierdie aanbevelings verband hou.)

- (ii) Die tradisionele opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers aan universiteite behoort hersien te word om voorsiening te maak vir meer vakdidaktiek (vakmetodiek) en praktiese opleiding in die natuurwetenskappe en Wiskunde.
- (iii) Die doeltreffendheid van die B.Sc.(Ed.)-graad wat onlangs ingestel is, moet deeglik geëvalueer word, en as dit bevredigend en doeltreffend gevind word, behoort dit as metode van opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers aangemoedig te word.
- (iv) Onderwysers vir die gee van onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde aan tegniese inrigtings, behoort aan teknikons opgelei te word.

e. Streeksvakadviseurs

1. Bevinding

Dit blyk dat die kennis en vaardighede van die huidige natuurwetenskappe en Wiskunde-onderwysers nie optimaal benut word nie.

2. Aanbevelings

- (i) Gekwalifiseerde natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers wat bewys gelewer het van hulle bevoegdheid om hierdie vakke doeltreffend te onderrig, behoort oorweeg te word vir aanstelling as streeksvakadviseurs.
 - (ii) Die streeksvakadviseur moet aan 'n spesifieke skool verbonde wees en aan een of twee klasse in die skool sy/haar vak(ke) onderrig, sodat hy/sy gereeld op vaste tye die skole in sy/haar streek kan besoek om advies en leiding met betrekking tot, onder andere, die interpretasie van sillabusse, metodes van onderrig, laboratorium- en veldwerkaktiwiteite, en die opstel en nasien van toetse en eksamens te kan gee.
- f. Die opleiding van natuurwetenskap- en Wiskunde-onderwysers vir die primêre skool

1. Bevinding

Hoewel vakonderwys in die senior primêre skoolfase ingestel is, beskou die meerderheid van die betrokke onderwysers hulleself nie as onderwysers van Wiskunde of die natuurwetenskappe nie. Die kwaliteit van die onderrig in die vakke kan derhalwe daartoe bydra dat leerlinge 'n negatiewe beeld van die natuurwetenskappe en Wiskunde kry wat by hulle kan voortbestaan en sodoende hul belangstelling in dié vakke in die sekondêre skool benadeel.

2. Aanbevelings

- (i) Onderwysersopleidingskolleges behoort toe te sien dat primêre skool-onderwysers toereikend vir die gee van onderrig in die natuurwetenskappe en Wiskunde opgelei word sodat hulle oor die kennis en vaardighede sal beskik om dié vakke met entoesiasme en vertroue te kan onderrig.
- (ii) Elke onderwysersopleidingskollege in die RSA behoort onder die beskerming van 'n universiteit te staan sodat die universiteit aan die ontwerp van die kurrikulum en kursusse, asook aan die seleksie van studente en die evaluering van studente kan deelneem.

Indien daar onderwysersopleidingskolleges/-inrigtings is wat nie onder die beskerming van 'n universiteit onderwysers oplei nie, behoort reëlings so spoedig moontlik getref te word om hierdie opleidingsinrigtings onder die beskerming van 'n universiteit te plaas.

5.3.3 Slotopmerking

Die vertroue word uitgespreek dat die Werkkomitee:

- . Onderrig in natuurwetenskappe,
- . Wiskunde en tegniese vakke

met die hulp van sy drie subkomitees daarin geslaag het om 'n beeld te gee van die gewildheid van die natuurwetenskappe en Wiskunde, die probleme betreffende die kurrikulums en sillabusse van hierdie vakke, die huidige tekort aan onderwysers en die opleiding van onderwysers vir hierdie vakke, vir sover dit op grond van die beskikbare inligting en kommentaar van belanghebbende persone en instansies moontlik was.

Met die aanbevelings is gepoog om die geïdentifiseerde probleme uit die weg te ruim en om die ongunstige posisie van die natuurwetenskappe en Wiskunde in landsbelang reg te stel.

HOOFSTUK 1

1. DROST, A.W. Aspekte van die klaskamerpraktyk by die onderrig van die natuurwetenskaplike vakke aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.
2. ENGELBRECHT, S.W.H. Die onderrig van die natuurwetenskappe in enkele oorsese lande. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.
3. JANSEN, C.P. Doelstellings met Natuur- en Skeikunde-onderrig aan sekondêre skole in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1979.
4. JANSEN, C.P. Die menings van onderwysers oor die Natuur- en Skeikundesilabusse op sekondêre skoolvlak in die RSA (Blankes). Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing 1981.
5. JANSEN, C.P. Tendense in die getalle leerlinge wat Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde neem aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1980.
6. MELLET, S.M. Aspekte van bedankings uit en hertoetredes tot die onderwysberoep van Natuur- en Skeikunde-, Wiskunde- en Biologie-onderwysers aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA. Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.
7. SWANEPOEL, C.H. Die gewildheid van Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde by leerlinge aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.

8. VAN SCHALKWYK, J.O.T. n Analise van die gekwalifiseerdheid van die onderwysers wat in Natuur- en Skeikunde, Biologie, Wiskunde en Algemene Wetenskap onderrig gee aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.

HOOFSTUK 2:

9. JANSEN, C.P. Tendense in die getalle leerlinge wat Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde neem aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1980.
10. SUID-AFRIKA (Republiek). Departement van Statistiek. Jaarverslae oor onderwysstatistiek vir die jare 1964 - 1977. Pretoria: Staatsdrukker.
11. SWANEPOEL, C.H. Die gewildheid van Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde by leerlinge aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.

HOOFSTUK 3:

12. BASSON, N.J.S. Onderrigwyses in die natuurwetenskappe. Pretoria: Universiteit van Pretoria, 1980.
13. DE CLERK, K. A systems study of chemical education for the RSA: a first report. Pretoria: National Symposium on Chemical Education, 1980. (Interim working document)
14. DE VAAL, D.J. en VAN DEN BERG, D.J. Die ontwerp en toepassing van kriteria vir die samestelling van gedifferensieerde Wiskundesillabusse. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1977.

15. ENGELBRECHT, S.W.H. Die onderrig van die natuurwetenskappe in enkele oorsese lande. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.
16. HAUPTFLEISCH, G.J. Die krisis in die natuurwetenskappe. Aambeeld 8(4), Nov. 1980: 10 - 12.
17. HILL, J.S. Kriteria vir die seleksie en ordening van kurrikuluminhoud. Pretoria: Universiteit van Pretoria. Fakulteit Opvoedkunde. Werkgemeenskap ter bevordering van die Pedagogiek as Wetenskap, 1975.
18. HILL, J.S. Kurrikulumontwikkeling en kurrikulumnavorsing, deel 3: Samevatting en aanbevelings ten opsigte van 'n oorsese studiereis. Pretoria: Transvaalse Onderwysdepartement, 1977.
19. HUMAN, P.G. Die doelstellings met Wiskunde-onderrig en die problematiek verbonde aan vernuwung ten opsigte van Wiskunde-onderrig in Suid-Afrika. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1975.
20. JANSEN, C.P. Doelstellings met Natuur- en Skeikunde-onderrig aan sekondêre skole in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1979.
21. JANSEN, C.P. Die menings van onderwysers oor die Natuur- en Skeikundesilabusse op sekondêre skoolvlak in die RSA(Blankes). Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.

22. KRIEL, D.J. ’n Meningsopname oor die Wiskundige paraatheid van eerstejaarstudente aan universiteite en kolleges vir gevorderde tegniese onderwys in Suid-Afrika. Port Elizabeth: Universiteit van Port Elizabeth. Instituut vir Beplanningsnavorsing, 1978.
23. KRUGER, R.A. Beginnels en kriteria vir kurrikulumontwerp. Pretoria: HAUM, 1980.
24. MACDONALD, M.A. and GILMOUR, J.D. Teacher reaction to innovation. Alice: University of Fort Hare, 1980.
25. MACDONALD, M.A. and ROGAN, J.M. Reasoning ability and junior secondary school science problem areas and possible solutions. Alice: University of Fort Hare, 1980.
26. NASIONALE WETENSKAPONDERWYSWERKGROEP (1978: simposium ; Kaapstad). ’n Wetenskaponderwysbeleid vir Suid-Afrika. Kaapstad: SA Vereniging van Onderwysers van Natuur- en Skeikunde, 1978.
27. SWANEPOEL, C.H. Die gewildheid van Natuur- en Skeikunde, Biologie en Wiskunde by leerlinge aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.
28. VAN DEN BERG, D.J. Research trends with regard to the instruction of mathematics in some Western countries/ translated by C.P. Kleyn. Pretoria: Human Sciences Research Council. Institute for Educational Research, 1978.
29. VREKEN, N.J. Verslag oor die ondersoek na die vakwetenskaplike en vakdidaktiese opleiding van Natuur- en Skeikunde-, Wiskunde- en Biologie-onderwysers: deel 1. Potchefstroom: Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys, 1978.
30. WALTERS, S.W. The design of a theoretical model and criteria for the construction of a curriculum for Physical Science. Cape Town:

University of Cape Town, 1978. (Ph.D thesis)

31. WISKUNDEGENOOTSAP VAN SUID-AFRIKA. Suid-Afrikaanse Wiskunde-projek sil-labusvoorstelle. Pretoria: Wiskundegenootskap van Suid-Afrika, 1978.

HOOFSTUK 4 :

32. COLUSSI, M.G. Practical work in science teaching in South African schools for White pupils. Johannesburg: University of the Witwatersrand, 1977. (M.Ed. thesis)
33. DE VAAL, D.J. en VAN DEN BERG, D.J. Die ontwerp en toepassing van kriteria vir die samestelling van gedifferensieerde Wiskundesillabusse. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1977.
34. HOLZAPFEL, C.W. Die tekort aan natuurwetenskaplikes en differensiële salarisskale. Aambeeld 8(4), Nov. 1980: 12 - 15.
35. HUMAN, P.G. Die doelstellings met Wiskunde-onderrig en die problematiek verbonde aan vernuwung ten opsigte van Wiskunde-onderrig in Suid-Afrika. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1975.
36. HUMAN, P.G. Die onderrig van Wiskunde op sekondêre skoolvlak in enkele Wes-Europese lande. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1975.
37. JANSEN, C.P. Doelstellings met Natuur- en Skeikunde-onderrig aan sekondêre skole in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1979.
38. KOMITEE VAN ONDERWYSHOOFDE. Kriteria vir die evaluering van Suid-Afrikaanse kwalifikasies vir indiensneming in die onderwys = Criteria for the evaluation of South African qualifications for employment in education. s.n..

39. MATHEMATICAL ASSOCIATION OF SOUTH AFRICA. Leadership in mathematics teaching. Pythagoras 2, Sept. 1980: 1 - 16
40. McDERMOTT, L.C. Teacher education and the implementation of elementary science curricula. American journal of physics 44(5), 1976: 434 - 441.
41. NERO, R. ed. A series of teachers' guides / prepared by workgroups of MASA.
42. PRATT, J.M. The death of scientists, probable causes and possible solutions. Chemsa, Feb. 1977: 24 - 31.
43. SOUTH AFRICAN ASSOCIATION OF TEACHERS OF PHYSICAL SCIENCE. A science education policy for South Africa. Cape Town: SAATP, 1978.
44. SOUTH AFRICAN MATHEMATICS PROJECT:
1. The role of functions in junior secondary mathematics.
 2. Teaching of geometry st. 5 - 7.
 3. The teaching of geometry and mensuration st. 1 - 4.
45. SOUTH AFRICA(Republic). Committee of inquiry into the training, use and status of engineering technicians in the RSA. Report. Pretoria: Dept. of National Education, 1978.
Chairman: Goode.
46. VAN DEN BERG, D.J. Aspekte van die opleiding van Wiskunde-onderwysers vir primêre en sekondêre skole in die Republiek van Suid-Afrika: 'n opsomming, vertaal deur B.C. Alberts. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1976.
47. VAN DEN BERG, D.J. Research trends with regard to the instruction of mathematics in some Western countries; translated by C.P. Kleyn. Pretoria: Human Sciences Research Council. Institute for Educational Research, 1978.

48. VAN DEN BERG, D.J. The training of mathematics teachers in the Republic of South Africa and in some Western countries. Pretoria: Human Sciences Research Council. Institute for Educational Research, 1976.
49. VAN SCHALKWYK, J.O.T. n Analise van die gekwalifiseerdheid van die onderwysers wat in Natuur- en Skeikunde, Biologie, Wiskunde en Algemene wetenskap onderrig gee aan sekondêre skole vir Blankes in die RSA. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing. Instituut vir Opvoedkundige Navorsing, 1981.

BYLAE A

AANBEVELINGS INSAKE DIE BESKIKBAARHEID VAN FASILITEITE EN ONDERWYSHULPMIDDELS VIR DIE ONDERRIG IN DIE NATUURWETENSKAPPE EN WISKUNDE

1. INLEIDING

Meeste respondente is tevrede met die voorsiening van laboratoriums en laboratoriumapparaat, maar met betrekking tot die beskikbaarheid van handboeke en handleidings vir onderwysers is daar heelwat klagtes ontvang. Erstige besorgdheid heers by die respondente oor die feit dat sakrekenaars nog nie beskikbaar is nie. Rekenaarondersteunde onderwys kan in die RSA bruikbaar wees en die massamedia kan die beeld van natuurwetenskappe en Wiskunde beslis verbeter. Die subkomitee wil ook daardie onderwysdepartemente bedank wat op 'n georganiseerde wyse laboratoriummateriaal, handboeke en oudio-visuele hulpmiddels aan skole beskikbaar stel.

2. AANBEVELINGS INSAKE FASILITEITE

Die aanbevelings insake fasiliteite vir die onderrig van die natuurwetenskappe en Wiskunde, is die volgende:

- (i) Voldoende voorraad toepaslike natuurwetenskap-apparaat behoort aan alle sekondêre skole verskaf te word.
- (ii) Handboeke en skryfbehoeftes - indien dit verskaf word - behoort lank voor die begin van die skooljaar afgelewer te word.
- (iii) Rekenaarondersteunde onderwysstelsels behoort ondersoek te word om vas te stel in welke mate dit as 'n onderwys hulpmiddel in die RSA aangewend kan word, en dat programmatuur vir spesiale situasies ontwerp word.
- (iv) Handboeke en skryfbehoeftes behoort alleenlik aan werklik behoeftige leerlinge gratis verskaf te word, en 'n glyskaal vir die aankoop van handboeke en skryfbehoeftes behoort volgens die ouers se inkomste ingestel te word.
- (v) Sakrekenaars behoort op dieselfde wyse as handboeke aan leerlinge wat Wiskunde neem, verskaf te word.
- (vi) Die moontlikheid om die massamedia te gebruik om die natuurwetenskappe en Wiskunde te onderrig, behoort ondersoek te word.

(vii) Laboratoriumfasiliteite behoort na primêre skole uitgebrei te word.

3. VOORLEGGINGS INSAKE FASILITEITE EN ONDERWYSHULPMIDDELS

- 3.1 ... even when laboratories are available and equipped, some teachers do not know how to use the equipment ... and many more do not understand the functions of practical work. There is a need for teaching aids (video-tapes, slide-tape programmes, computer-aided instruction) ... (University of the Witwatersrand 81-01-14).
- 3.2 Die beskikbaarheid van fasiliteite en hulpmiddels in hierdie vakke is nie n probleem nie ... (Natale Onderwysdepartement).
- 3.3 ... tot op st. 3 vlak ... is die fasiliteite en hulpmiddels voldoende ... Die voorgeskrewe sillabus vir die hoër standerds van die primêre skool lê klem op feitememoriserings en met die afname in praktiese werk stomp die leerlinge se belangstelling in die wetenskappe ook af ... Nuwe sekondêre skole ... word met goed toegeruste wetenskapkamers voorsien ... (maar) dit is juis die ... ander ... skole waar Natuur- en Skeikunde aangebied word, waar sodanige wetenskapkamers ontbreek. (Dept. Binnelandse Aangeleentehede (Kleurlingsake)
- 3.4 In Biology ... the lack of apparatus has meant that the subject has become very theoretical ... Little or no use is made of T.V. presentation or slide/tape programmes ... (Natal Teachers' Society).
- 3.5 ... duur en gesofistikeerde apparaat wat die onderrig kan verbeter ... (kan) ... net nie (in die O.V.S.) bekostig word nie ... die gebruik van byvoorbeeld T.V. en rekenaars ... lyk na n mite. (O.V.S Onderwysdepartement 81-01-15.)
- 3.6 ... KOD-laboratoria ... is al deur buitelandse kenners bestempel as van die beste ter wêreld ... alle *noodsaaklike* apparaat ... word voorsien vir uitvoer van individuele praktika of in klein groepe ... vir duurder apparaatstukke is kwotas ingestel ... duurder demonstrasie-apparaat ... (wat baie daartoe (kan) bydra om die aanbieding ... interessanter te maak ... (is ondervoorsien weens finansiële beperkings). (Kaaplandse Onderwysdepartement 80-12-23.)
- 3.7 Voldoende hulpmiddels word verskaf ... vanweë hul gebrek aan agtergrond...

(kan onderwysers) ... die hulpmiddels nie doeltreffend aanwend nie. (Transvaalse Onderwysdepartement.)

LYS VAN INSTANSIES EN PERSONE WAT KOMMENTAAR GELEWER HET

1. Mnr. F. Castle (Departement Opvoedkunde, Universiteit van Rhodes).
2. (SA) Chemiese Instituut
3. Conference of Headmasters and Headmistresses.
4. Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Indiërsake).
5. Departement van Binnelandse Aangeleenthede (Kleurlingsake)
6. Departement van Nasionale Opvoeding.
7. Gazankulu-regeringsdiens (Departement van Onderwys).
8. Geassosieerde Wetenskaplike en Tegniese Verenigings van SA.
9. Gemeenskaplike Matrikulasieraad.
10. Genootskap van Plantkundiges.
11. Geologiese Vereniging van Suid-Afrika.
12. Mnr. D.J. Gray (getuienis voorgelê).
13. Prof. P.G. Human (Fakulteit Opvoedkunde, Universiteit van Stellenbosch).
14. (SA) Instituut van Siviele Ingenieurs.
15. (SA) Instituut vir Fisika.
16. Kaapse Onderwysdepartement.
17. Kaapse Technikon.
18. KaNgwane-regeringsdiens (Departement van Onderwys en Kultuur).
19. Kantoor van die Eerste Minister (n verslag van die Weizmann Institute of Science, Israel is voorgelê).
20. Komitee van Onderwys hoofde (Memorandums van die Nasionale Mannekrag-kommissie, Kamer van Mynwese en Direkteur van Onderwys, Natalse Onderwysdepartement is voorgelê).
21. Natalse Onderwysdepartement.
22. Natal Teachers' Society.
23. OVS Onderwysdepartement.
24. Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys (Fakulteite Opvoedkunde en Natuurwetenskappe).
25. Randse Afrikaanse Universiteit (Fakulteite Opvoedkunde en Natuurwetenskappe).
26. Rhodes-universiteit.
27. South African Teachers' Association.
28. Springfield College of Education (mnr. P. Reddy se getuienis).
29. Technikon RSA.
30. Technikon Witwatersrand.
31. Transvaalse Onderwysdepartement.
32. Transvaalse Onderwysvereniging
33. Transvaal Teachers' Association.

34. Universiteit van Fort Hare (Departemente Fisika en Wiskunde).
35. Universiteit Kaapstad (Fakulteit Opvoedkunde).
36. Universiteit Natal (Fakulteit Natuurwetenskappe).
37. Universiteit van die Oranje-Vrystaat.
38. Universiteit van Port Elizabeth (Instituut vir Didaktiek van Wiskunde en Fakulteit van Natuurwetenskappe).
39. Universiteit van Pretoria (Departement Pedagogiek en vakdidaktieke).
40. Universiteit van Stellenbosch (Fakulteit Opvoedkunde en IWNIOUS).
41. Universiteit van Suid-Afrika (Departemente Chemie, Fisika en Statistiek).
42. Universiteit van Wes-Kaapland.
43. Universiteit van die Witwatersrand (Werkgroep, verskillende fakulteite).
44. Universiteit van Zoeloland (Fakulteit Opvoedkunde).
45. (SA) Vereniging van Onderwysers van Natuur- en Skeikunde.
46. (SA) Wiskundevereniging.
47. Wiskundegenootskap van Suid-Afrika.