

T.M. 77

'N ONDERSOEK NA DIE AANWENDING VAN 'N ENKELE MIKROREKENAAR  
IN DIE KLASKAMER AS HULPMIDDEL VIR DIE  
ONDERRIG VAN WISKUNDE IN DIE  
SEKONDÊRE SKOOL

deur  
Marthinus Petrus Mostert

Ingedien ter gedeeltelike nakoming van die vereistes  
vir die Meestersgraad in die Opvoedkunde  
(Rekenaars in die Opvoedkunde)  
aan die Universiteit van Rhodes  
Januarie 1992

## UITTREKSEL

Suppes beweer dat *"All teachers everywhere recognise the help that books give them in teaching students. The day is coming when computers will receive the same recognition. Teachers look on computers as a new and powerful tool for helping them to teach their students more effectively."*

In hierdie ondersoek word gepoog om op die voordele van die aanwending van een mikrorekenaar as hulpmiddel vir die onderwyser vir die onderrig van wiskunde, te wys.

Die belangrikste oorwegings in die ondersoek was:

1. Effektiwiteit van die metode.
2. Bekostigbaarheid van die metode.

Die effektiwiteit van hierdie metode van onderrig word hoofsaaklik bepaal deur die geskiktheid van die programmatuur. Programmeringsvaardighede aan die kant van onderwysopgeleide persone versterk hierdie oorweging.

Deurdat slegs een mikrorekenaar gebruik word, word deels aan die tweede oorweging, naamlik bekostigbaarheid, voldoen. Programmeringsvaardighede, soos hierbo genoem, kan ook bydra tot die besparing van koste deurdat bogenoemde programmatuur 'intern' ontwikkel word.

Die wens word uitgespreek dat hierdie metode van onderrig tot voordeel van die totale leerlingbevolking van die land aangewend sal kan word.

oooooooooooooooo

## ERKENNING

Ek wil graag die volgende persone bedank vir hulle bystand in die voltooiing van hierdie proefskrif:

Eerstens, Professor T Marsh vir die besondere wyse waarop hy my met soveel geduld, aanmoediging, kalmte en menslikheid bygestaan het.

Mnr J Stoker en mev C Marsh wat deur hulle puik lesings 'n groot aandeel gehad het in die verskaffing van die nodige agtergrond.

Ander personeellede van die Opvoedkunde Departement van die Universiteit van Rhodes wat bygedra het tot die vorming van my akademiese agtergrond ten opsigte van die Opvoedkunde.

Biblioteekpersoneel van die Opvoedkunde Departement, asook van die hoofbiblioteek van die Universiteit van Rhodes.

Personeel van ander fakulteite wat, as deel van die leerplan vir die kursus, 'n skitterende bydrae gemaak het.

Mede-studente wat altyd gereed was met die nodige inspirasie.

Mevv A Rogers en C Landman wat soms op kort kennisgewing my wiskundeklasse moes bywoon. Ook vir hulle belangrike aandeel in hierdie studie.

'n Spesiale woord van dank aan mnr John Murray wat saam met my vanaf Fort Beaufort die kursus aangepak het en met sy kamaraadskap die nodige motivering gegee het.

My eggenote, Ronél, en ons dogter Marize, wat altyd daar was om die nodige aanmoediging te gee. Dankie ook aan Ronél en ons moeder mev M Schutte wat die taalversorging behartig het.

Aan my Skepper wat al die genadegawes so mildelik uitdeel en ons in staat stel om dit te ontwikkel.

oooooooooooo

INHOUD

bl.

Hoofstuk 1: <u>Agtergrond en aanleiding tot hierdie studie - verwysing na verbandhoudende literatuur.</u>	
1.1 Inleiding.	4
1.2 Apparatuur en programmatuur - koste en funksionaliteit.	11
1.3 Oorsig van die navorser se implementering van die mikrorekenaar as hulpmiddel in die onderrig van wiskunde in die sekondêre skool.	
1.3.1 Agtergrond.	17
1.3.2 Eie kennis.	17
1.3.3 Doel.	18
1.3.4 Aanwending.	23
1.3.5 Resultate. (Informeel)	26
1.3.6 Verdere navorsing.	28
1.4 Betrokkenheid van die Departement van Onderwys en Kultuur (Administrasie: Volksraad).	28
Hoofstuk 2: <u>Metodiek.</u>	
2.1 Inleiding.	31
2.2 Aksie-navorsing.	32
2.3 Metodes.	
2.3.1 Ontwikkeling van programmatuur-pakkette van gedeeltes van die wiskunde-leerplan vir die gebruik in hierdie onderrigmetode.	33
2.3.2 Loodsing van 'n kleinskaalse aksie-navorsingsprojek met behulp van bogenoemde programmatuur.	34
2.3.3 Opvolgonderhoude met leerlinge om die kwaliteit van die metode en die effek van hierdie benadering van onderrig te probeer meet.	34
2.3.4 Gebruik van onafhanklike wiskunde onderwysers om te dien as nie-deelnemende waarnemers. Hulle taak was om hierdie onderrigmetode kwalitatief te evalueer.	35

Hoofstuk 3: <u>Ondersoek na die gebruik van 'n enkele mikrorekenaar as hulpmiddel in die klaskamer vir die onderrig van wiskunde in die sekondêre skool.</u>	
3.1 Inleiding.	36
3.2 Apparatuur.	38
3.3 Programmatuur.	38
3.4 Doel van die ondersoek.	39
3.5 Standerds.	40
3.6 Hoër- en standaardgraad.	40
3.7 Klasgroottes.	40
3.8 Die ondersoek.	41
(a) Grafiese voorstelling van funksies.	42
(b) Oplossing van kwadratiese vergelykings.	49
(c) Oplossing van kwadratiese ongelykhede.	51
(i) Vooraf-kennis en metodiek.	
(ii) Op die skerm.	
(iii) Skryfbord.	
3.9 Leerlingonderhoude.	54
3.10 Nie-deelnemende wiskunde onderwysers.	54
Hoofstuk 4: <u>Ontleding.</u>	
4.1 Leerlinge se response.	56
4.2 Response van nie-deelnemende wiskunde onderwysers.	58
4.3 Ontleding van die response in 4.1 en 4.2	62
Hoofstuk 5: <u>Gevolgtrekkings.</u>	
5.1 Inleiding.	64
5.2 Leerlinge.	67
5.3 Wiskunde onderwysers.	68
5.4 Programmering.	68

<u>Bylae:</u>	1	Skermvoorbeeld van gekombineerde algebraïese grafieke.	77
	2	Skermvoorbeeld van gekombineerde trigonometriese grafieke.	77
	3	Skermvoorbeeld van die oplossing van 'n liniêre programmeringsprobleem.	78
	4	Spyskaartprogram.	78
	5	Program: (a) Lyn.	79
		(b) Parabool.	80
		(c) Hiperbool.	80
		(d) Sirkel.	80
		(e) Absolute waardefunksie.	81
		(f) Eksponensiaal- en logaritmiëse funksies.	81
		(g) Derdegraadsfunksie.	81
		(h) Kombinasie van (a) tot (g).	82
		(i) Sinusfunksie.	84
		(j) Kosinusfunksie.	85
		(k) Tangensfunksie.	85
		(l) Kombinasie van (i) tot (k).	85
		(m) Oplossing van kwadratiese vergelykings.	86
		(n) Oplossing van kwadratiese ongelykhede.	87
		(o) Liniêre programmering.	89
		(p) Program om 'n grafika-skerm te druk.	90
<u>Verwysings.</u>			91

oooooooooooo

## HOOFSTUK 1

Agtergrond en aanleiding tot hierdie studie - verwysing na verbandhoudende literatuur.

### 1.1 Inleiding.

Ons verneem daagliks van die implementering van rekenaars by maatskappye, besighede en ook skole. Boere koop mikro-rekenaarsisteme aan, munisipaliteite rekenariseer en vele meer. Ons verneem van die voordele daarvan en ook van die frustrasies wat daarmee gepaardgaan. Ons moet dus nie die fout maak deur te sê dat die rekenaar vir die toekoms is nie - dis reeds hier!

Die meeste groot organisasies beskik oor rekenaargeriewe wat wissel van alleenstaande rekenaars tot rekenaarstelsels wat deur 'n datakommunikasienetwerk gekoppel is. In die meeste gevalle vorm die rekenaarstelsel die inligtingsentrum van 'n organisasie, wat uit die aard van die saak programmeurs en stelselontleders in diens moet hê. Die onderwys bied ook beroepsmoontlikhede deurdat rekenaarwetenskap as skoolvak aangebied word.

Behalwe dat die onderwys reeds tot 'n groot mate ten opsigte van gedeeltes van administratiewe aangeleenthede gerekenariseer is, word stadigaan meer daadwerklik in die rigting van die aanwending van die mikrorekenaar as hulpmiddel vir vakonderrig beweeg. Die onlangse voorgestelde RISK-projek van die Kaaplandse Onderwysdepartement

is 'n bevestiging hiervan. Aan die einde van hierdie hoofstuk en in hoofstuk 5 word hieroor besin.

Die pogings wat tot op hede aangewend is om geskikte programmatuur in die gebruik vir ROO (Rekenaar-Ondersteunde-Onderrig) daar te stel, is lofwaardig, dog word groot leemtes wêreldwyd ervaar. (Benn 1989 - sien aanhaling bl. 15). Dit kan dus aangevoer word dat die gebruik van die mikrorekenaar as hulpmiddel vir vakonderrig nog in 'n kinderskoene-stadium is. Derhalwe moet deeglik vir die toekoms beplan word, sodat die potensiaal van die mikrorekenaar as onderrighulpmiddel maksimaal benut kan word.

Hawkrige (1990) identifiseer vier rasionele vir die gebruik van die mikrorekenaar in skole, naamlik:

(a) die Sosiale rasionaal, waarvolgens die leerling bewus is van die gebruik van die mikrorekenaar en sonder voorbehoud daarmee kan werk,

(b) die Beroeps rasionaal, waarvolgens die leerling moet leer om met die mikrorekenaar te kan werk,

(c) die Pedagogiese rasionaal, waarvolgens geglo word dat die mikrorekenaar kan onderrig en

(d) die Katalistiese rasionaal, waarvolgens skole positiewe aanpassings in die onderrigsituasie kan maak deur die invoer van die mikrorekenaar.

Wat (a) betref, kan aangeneem word dat hierdie fase in die algemeen reeds in ons blanke skole deurloop is. 'n Mikrorekenaar tuis is nie meer iets buitengewoons nie. Ongelukkig kan dieselfde nie gesê word van die situasie in swart skole nie, aangesien die meeste swart leerlinge onbewus is van die bestaan van die mikrorekenaar. (Soos waargeneem sal word, is die metode van onderrig, soos in hierdie studie beskryf, meer 'ekonomies en kostebesparend' as bestaande ROO-metodes en sal dit gevolglik binne die bereik van 'n groter gedeelte van die land se leerlingbevolking wees.) Dieselfde kan van (b) gesê word, veral wat rekenaargeletterdheid betref. Heelwat is alreeds in ons K.O.D. -skole gedoen om hierdie aspek aan te spreek. By baie skole word reeds 'n periode, of selfs twee, per week op die skoolrooster hieraan afge staan. Wat (c) en (d) betref, word weinig huidiglik in ons skole gedoen.

Kennis moet geneem word van die erkenning wat Suppes so ver terug as 1967 aan die voordele wat die gebruik van rekenaars inhou, gee, deur op te merk dat:

*All teachers everywhere recognise the help that books give them in teaching students. The day is coming when computers will receive the same recognition. Teachers look on computers as a new and powerful tool for helping them to teach their students more effectively.*

(Suppes, P. 1967, NEA Journal. February)

Aangesien die onderwyser 'n bepalende rol in die totale opvoeding van die kind speel en hom tot volwassenheid lei, moet hy, die onderwyser, 'n leidende rol vervul en die weg aanwys, ook ten opsigte van die toepassing van die tegnologie. Die onderwyser moet hom dus bekwaam om beskikbare apparaat ten volle te kan benut. Hubbard is van mening, onder andere, dat die tegnologie 'n soort 'magsbasis' bied vir die beoefening van wysheid:

*I believe that the pressures on our society are severe and increasing, and that time is not on our side. We can ignore the danger signs and cling to our existing practices or we can face the problems, and try to find solutions. Technology offers us power, and in so doing forces on us the need to exercise wisdom.*

(Hubbard,G. 1988, p. 10)

Bogenoemde aanhaling bevestig ook dat die onderwyser nie mag stagneer ten opsigte van metodes wat gebruik word om vakkennis so doeltreffend as moontlik oor te dra nie. Die mikrorekenaar kan dus as bykomende hulpmiddel aangewend word ter verfyning van die onderwysmetodes. Johnson en Anderson (1985) bevestig dan ook "..... *that teachers should obtain a working knowledge of how one interacts with computers and uses their capacities.*" Kennis van die gebruik van die mikrorekenaar volgens Johnson en Anderson, is nie genoeg om tred te hou met die uitdagings van die tyd nie. Onderwysers en onderwyseresse sal meer

en meer betrokke moet raak by die gebruik van die mikrorekenaar, veral as onderrighulpmiddel, asook by die programmering daarvan. Laasgenoemde aspek word breedvoerig in 5.4 bespreek.

Rekenarisering vind wel in die onderwys plaas, maar dit is nie 'n eenvoudige proses nie. In hierdie proses het ons te doen met onderwysers wat volgens hulle sienings betreffende rekenarisering in die onderwys, in drie groepe verdeel kan word, naamlik:

- (a) Diegene wat die potensiaal van die mikrorekenaar as onderrighulpmiddel raaksien (aanvaar) en tot voordeel van die onderwys wil aanwend. Hulle is bereid om self insette te maak om hierdie potensiaal te ontwikkel. Dit is die ervaring van die navorser dat hierdie groep maar 'n klein persentasie van die onderwyserskorps uitmaak. Verskeie moontlike redes kan hiervoor aangevoer word, soos in die bespreking wat volg.
- (b) Diegene wat die mikrorekenaar vermy. Hierdie groep beslaan die grootste gedeelte van die onderwyserskorps. Moontlike redes hiervoor word ook in hierdie hoofstuk aangevoer.
- (c) Diegene wat die mikrorekenaar as 'n kitshulpmiddel sien. Hierdie mense is aanvanklik opgewonde en entoesiasies. Groot is die teleurstelling en dan ook die antagonisme as hierdie 'tegnologiese wonder' nie al

die oplossings bied nie.

Hawkridge se ondervinding stem baie ooreen met bogenoemde en hy voer aan dat:

*A learner's heaven based on new information technology will not arrive ready made. It will spread slowly ..... and among the older people it will be accepted more reluctantly than among the young. By the year 2000, many will not yet be ready to avail themselves of all its benefits, but the rising generation will be eager and will not fear to use what is around them, which will offer them learning opportunities seldom imagined by previous generations.*

(Hawkridge, D. 1983, p. 201)

Wat die toekoms van die opvoedkundige gebruik van die mikrorekenaar betref, meen Evans (1986): *"Basic computer 'skills' are the fundamental requirements for the society of the future. We must ensure that they are properly taught."*

Die vraag ontstaan nou: Wat kan studente of leerlinge leer, of onderwysers onderrig met behulp van die mikrorekenaar wat hulle nie dalk maklik andersins kan doen nie? Walker (1983) beweer dat rekenaars se bydrae tot onderrig die volgende insluit:

- (i) die leerproses is meer aktief,
- (ii) meer afwisselende sintuiglike- en begripsmodusse word

in die leerproses geïnkorporeer,

(iii) daar is minder verstandelike gesleure gedurende die leerproses en

(iv) leer teen 'n tempo nader aan die denkspoed vind plaas.

Hierbenewens sê Tetenbaum en Mulkeen dat die belangrikste bydrae wat die mikrorekenaar huidiglik tot die onderwys kan maak, is om te dien as 'n katalisator gedurende 'n periode van verandering, deur die voorsiening van:

*..... an occasion to explore educational issues, to release new energies, to rethink what we do, to reconceptualize schools, and to create a basis for change. Schools remain largely unchanged since the turn of the century. They are not only out of step with the present, they are not anticipating the future .. Computers have triggered educators' awareness. Now thoughtful, well-developed proactive strategies are necessary so education can productively and meaningfully enter the twenty-first century.*

(Tetenbaum, T.J. and Mulkeen, T.A. 1986, p. 102)

Die mikrorekenaar moet dus aangewend word om die onderwys tot voordeel van die opvoeding van die kind te 'dien'.

Hierdie inleiding word afgesluit met die aanhaling uit

RESEARCH AND THE TOOLS OF RESEARCH, naamlik:

*Computers have been called 'electronic brains'. Let's dispel this myth forthrightly. Computers CAN-NOT think. They do as they are told. Behind every computer is a mind which has planned every single step which the computer is asked to perform. The plan is known as a computer program. All of us have heard of computer programmers. They are the individuals who talk to computers in a language which the computer can understand. This language is a series of electric impulses fed into the computer. The computer is not a miracle worker. It cannot do your thinking for you. The computer is a very fast and faithful servant, but like all servants it must be told precisely what to do and it must be given the data with which to carry out your orders. USED IN THIS WAY, THE COMPUTER CAN BE YOUR BEST FRIEND.*

1.2 Apparatuur en programmatuur - koste en funksionaliteit.

Apparatuur en programmatuur is dit waarom dit gaan as daar gepraat word van die mikrorekenaar. Hierdie twee komponente is ook ewe belangrik en moet as 'n eenheid beskou word. Die apparatuur kan nie 'doen' sonder die programmatuur nie. Om aan te sluit by die laaste aanhaling in 1.1 en om wanbegrippe rakende die mistieke, gekoppel aan die rekenaar, uit die weg te ruim, sal 'n bekendstelling, soos voorgestel deur Fritz, baie verwarring en on-

nodige antagonisme teenoor die rekenaar laat verdwyn. Hy  
beweer:

*An introduction to hardware and software is a useful exercise for anyone today, regardless of age. Having some hands-on experience, learning some of the basic terminology that is bandied about in ads and news articles continually, and running a few turnkey programs will go a long way towards alleviating the mystique that exists about computers. Removing the mystery of computers will remove some of the exaggerated value now attached to anything that is done by computer.*

(Fritz, J.M. 1985, p. 706)

Die koste verbonde aan mikrorekenaars is 'n aspek wat in die onderwys nie geignoreer kan word nie, aangesien finansies 'n feitlik allesbepalende rol in die hedendaagse sosio-ekonomiese omstandighede van die land, en dus ook van die onderwys, speel. Die koste- of ekonomiese faktor rakende die aanwending van die mikrorekenaar werk deur op drie vlakke in die onderwys, naamlik koste verbonde aan (a) apparatuur, (b) programmatuur en (c) 'onderwyserstyd' vir die daarstelling van programmatuur wat nie in die handel beskikbaar is nie of programmatuur wat nie geskik is vir, of nie voorsien in spesifieke behoeftes nie. In hoofstukke 3 en 5 word uitgebrei oor aspekte rondom (c). Sylwester en Moursund se ervaring in hierdie verband is:

*Computers can do many things better than we can - but computers cost money; they're not always available; they often carry out tasks at speed/power/accuracy far beyond our needs.*

(Sylwester, R. en Moursund, D. 1989  
pp. 1-47)

Die daarstelling van bykomende onderwysmodelle (Omsend-skrywe (1990). Voorgestelde Modelle vir Onderwys.) voorsien dan ook minder in die vorm van staatsbefondsing ten opsigte van onderwys en dus ook vir die aankoop van mikrorekenaars en die nodige programmatuur.

Taylor (1980) identifiseer drie rolle vir die gebruik van die mikrorekenaar in die onderwys. Hierdie drie rolle is die van:

- (a) 'Tutor'. In hierdie model moet die leerling reageer op vakmateriaal wat deur die mikrorekenaar aangebied word.
- (b) 'Tutee'. In hierdie model 'onderrig' die leerling die mikrorekenaar.
- (c) 'Tool'. In hierdie model kan die mikrorekenaar aangewend word as 'n onderrighulpmiddel.

Aangesien die mikrorekenaar hoofsaaklik aangewend word as 'tutor', waarvolgens verskeie mikrorekenaars òf in die klaskamer òf in 'n rekenaarlokaal gehuisves word, sal na alternatiewe metodes vir die gebruik daarvan gekyk

moet word. 'n Moontlike metode is die metode beskryf in hierdie studie waarvolgens een rekenaar as hulpmiddel vir die onderwyser in die klaskamer aangewend word.

Aangesien apparatuur die meeste bydra tot die koste verbonde aan Rekenaar-Ondersteunde-Onderrig (ROO), waarvolgens die mikrorekenaar hoofsaaklik as 'tutor' aangewend word, is die hoof koste-faktor by die gebruik van 'n enkele mikrorekenaar as onderrighulpmiddel, die programmatuur. Programmatuur vir gebruik in die 'tutor' model, dit wil se <sup>A</sup> in ROO, kan ewegoed, met klein aanpassings, gebruik word in die 'tool' model.

Alhoewel goeie en doeltreffende programmatuur in die gebruik van ROO oor 'n wye terrein beskikbaar is, ervaar die navorser 'n ongemaklikheid by die gebruik daarvan. Die rede hiervoor is dat die persoonlikheid van die programmeur 'n invloed het op die program wat hy skryf. Elke programmeur ontwerp en skryf programme volgens sy eie persoonlikheid, veral as die programme van 'n tutoriale aard is. Klasgroepe verskil ook van jaar tot jaar van mekaar en dit sal ideaal wees as die onderwyser self, of 'n kollega op dieselfde personeel, programmatuur kan aanpas soos die behoefte mag bestaan. Hieroor word breedvoerig in hoofstukke 3 en 5 uitgebrei.

Smith en Keep se ondervinding betreffende bestaande opvoedkundige programmatuur toon 'n ooreenstemming met bo-

genoemde, dog ervaar hulle meer nadele deurdat hulle be-  
weer dit is:

*....often poorly conceived, 'buggy', difficult to use, difficult to integrate with the rest of the curriculum and designed without sufficient regard for the range of needs and abilities of students ..... the majority of software produced for schools is amateurish, unimaginative or both.*

(Smith, D. and Keep, R. 1988, p. 152)

'n Moontlike verklaring hiervoor is miskien daarin gesetel dat persone wat nie onderwysopgelei is nie, hoofsaaklik betrokke is by die ontwikkeling van opvoedkundige programmatuur.

Die gedagte is dus dat onderwysers betrokke moet raak by die ontwikkeling van sodanige programmatuur en die navorsers wil aansluit by Oldknow en Smith (1983) as hulle beweer dat: *"Undoubtedly the computer is a very powerful and versatile tool in the hands of a mathematician engaged in problem solving."* Opvoedkundige programmatuur is, soos reeds genoem, skaars en nie altyd geskik nie. Benn maak die volgende bewering:

*Educational software is in short supply worldwide. The shortage is not going to be alleviated by the computer industry therefore software for educative use will have to be developed by teachers themselves.*

(Benn, K.R.A. 1989, p. 9)

Aan die einde van hierdie hoofstuk en in hoofstuk 5 word die RISK (Rekenaars In Skole en Kolleges) - projek, wat pas (September 1991) deur die Kaaplandse Onderwysdepartement aangekondig is, bespreek.

1.3 Oorsig van die navorser se implementering van die mikro-rekenaar as hulpmiddel vir die onderrig van wiskunde in die sekondêre skool.

1.3.1 Agtergrond.

'n Sekere skool het beskik oor enkele stelsels mikrorekenaars waarvan die apparatuur bestaan het uit 'n mikrorekenaar, monitor en bandmasjien. Hierdie stelsels was nog nie in gebruik nie. Geen programmatuur was beskikbaar nie en geen voorsiening vir fondse vir die aankoop van programmatuur was ook gemaak nie.

Een van hierdie stelsels was in 'n lokaal opgestel waar sommige van die leerlinge in die middag en gedurende naweke rekenaarspeletjies, wat hulle van die huis af gebring het, gespeel het. Geeneen van die personeellede het hoegenaamd enige belangstelling getoon om hierdie stelsels, waarvan die aankope deur 'n vorige Bestuursraad gemaak is, vir opvoedkundige gebruik aan te wend of te laat aanwend nie.

1.3.2 Eie kennis.

Met slegs 'n beperkte basiese kennis van programmering het die navorser self intensief BASIC bestudeer om so-doende die aanwending van die mikrorekenaars te bewerk-

stellig. Alhoewel so 'n selfstudie met drukte en baie offering gepaardgaan, aangesien die normale werksaamhede van die skool moet voortgaan, was dit die moeite werd deurdat die navorser daardeur die mikrorekenaar as onder-righulpmiddel 'ontdek' het. In hoofstuk 5 word die voordele van programmeringsvaardighede bespreek.

### 1.3.3 Doel.

In Die Unie (November 1989) maak die navorser sekere aanbevelings om as riglyne te dien van hoe 'n skool kan begin om te rekenariseer. Dieselfde strategie word in hierdie afdeling gevolg om die gebruik van die mikrorekenaar op 'n wye front as komplementerende hulpmiddel in die onderwys te propageer.

Die aanwending van die mikrorekenaar in die onderwys, of by enige ander instansie, vir watter doel ookal, bring geweldige veranderinge in die interne organisasie van die instansie mee. Verandering ontlok, soos algemeen ervaren word, weerstand. Na aanleiding hiervan moet, soos opgemerk sal word in hierdie gedeelte, baie versigtig te werk gegaan word om die implementering van die mikrorekenaar aanvaarbaar te maak. Die skoolhoof en onderwysers moet oortuig word van die voordele wat die mikrorekenaar vir hulle en dus vir die onderwys inhou. Daarbenewens moet die koste-faktor, soos bespreek in 1.2, in gedagte gehou word.

Die doel van die aanwending van die mikrorekenaars was vyfledig, naamlik:

(i) Administratief - onderwysergerig.

Hierdie afdeling sluit onder meer die volgende in:

- (a) 'n Databasis wat bepaalde besonderhede van leerlinge bevat. Inligting aangaande leerlinge, volgens hierdie besonderhede, is op aanvraag beskikbaar. (Die personeel besluit gesamentlik oor watter besonderhede van leerlinge van belang is.)
- (b) Eksamenpuntestate met gemiddeldes en simboolverspreidings.
- (c) Departementele eksamenskedules en bevorderingsbylaes.
- (d) Eksamenrapporte.
- (e) Registers en opsommingsregisters.
- (f) Prysuitdeling.
- (g) Adresplakkers vir leerlinge se ouers.

(ii) Kantooradministrasie.

Hierdie afdeling sluit onder meer die volgende in:

- (a) Skoolfondsboekhouding.
- (b) Oud-skoliere.
- (c) Voorrade - handboeke, voorgeskrewe boeke, skryfbehoeftes, ens.

(iii) Woordverwerking.

Die skool waaraan die navorser tans verbonde is, gebruik mikrorekenaars in plaas van tikmasjiene vir al die tikwerk.

Scrimshaw (1989) het opgemerk dat in Engeland: *"School administration, including class lists, timetabling and pupil records will almost certainly be computerised in all but the smallest schools in the next few years."* Selfs van die kleiner skole wat onder die Administrasie: Volksraad val, is reeds besig om op hierdie gebied goeie vordering te maak. Dit is die wens van die navorser dat vordering, wat betref die aanwending van die mikrorekenaar, op interne administratiewe- en uiteindelik op vakonderriggebied in die ander onderwysdepartemente gemaak sal word, en dat hierdie ondersoek 'n bydrae kan maak om die gebruik van die mikrorekenaar oor die algemeen te kan bespoedig, vanweë die kostebesparingselement hierin vervat.

(iv) As hulpmiddel vir die onderrig van wiskunde in die klaskamer.

Die intensie om die mikrorekenaar uiteindelik as hulpmiddel vir die onderrig van wiskunde aan te wend, was nie toevallig nie. Die geleentheid het hom nog net nooit voorgedoen nie en die navorser

het dit op hierdie tydstip aangegryp om in 'n tyd van tegnologiese ontwikkeling wel 'n nuwe en dalk meer effektiewe metode te kan gebruik. Graf voer aan dat:

*Teachers and educational authorities do also agree that far more essential changes will happen in math education. One aspect is a far better visualization of mathematical objects and methods will be possible by using the computer.*

(Graf, K. 1985, p. 701)

(v) Programmering.

In hoofstuk 5 word sekere gevolgtrekkings rakende programmering gemaak en propageer die navorser, met motivering, dat onderwysers wat aktief in die klas-kamer betrokke is, betrek moet word by die ontwikkeling van opvoedkundige programmatuur.

\*\*\*\*\*

'n Begin is met onderwyseradministrasie gemaak ten einde kollegas se belangstelling vir die gebruik van die mikro-rekenaar te prikkel. Die mikrorekenaar kan baie van die sleurwerk van die onderwyser oorneem en gevolglik meer tyd daarstel om aan die opvoedingstaak te wy. 'n Volgende stap was om die totale skoolfondsboekhouding te rekenariseer.

Die sukses behaal met bogenoemde het gedien as motivering

vir die beskikbaarstelling van fondse vir die aankoop van noodsaaklike apparatuur soos 'n skyfaandrywer en 'n drukker.

Soos reeds genoem, gaan die implementering van iets nuuts gepaard met weerstand. Dit is belangrik dat die onderwyser wat die inisiatief neem, dit moet doen met die grootste omsigtigheid. Die sukses van 'n nuwe projek hang af van die ondersteuning wat die skoolhoof daaraan verleen. Hy moet deur konkrete bewyse oortuig word van die opvoedkundige waarde van die gebruik van die mikrorekenaar. Cox, Rhodes en Hall (1988) beweer dat "*The attitude of the headteacher is of great influence generally.*" 'n skoolhoof het aan hulle die volgende te kenne gegee:

*I know there are schools where the headteacher is very computer orientated, so there's leadership from the top, but not here. In hindsight it's obvious that if I were as computer aware we would have made progress.*

(Cox, M., Rhodes, V. and Hall, J. 1988, p. 177)

So ook moet die personeel gemotiveer word om 'n positiewe gesindheid te ontwikkel, omdat die implementering van die mikrorekenaar dramatiese veranderinge in die werkplek van die onderwyser meebring. Thomas en Kobayashi stel dit so:

*An important direct cultural cause is teachers hesitance to change. To many teachers, a computer is intimidating and difficult to master, so they avoid the computer for fear of committing embar-*

*raising mistakes. Furthermore, teachers are often quite satisfied with their present instructional methods and thus see no reason to adopt a new technology.*

Om hierdie struikelblok te oorkom, doen hulle die volgende aan die hand:

*Some educational technologists feel that this resistance can be overcome by having classroom teachers themselves develop computer-education curricula in conjunction with instructional technologists and curriculum designers, enabling teachers to recognize that a computer is a tool whose overall benefits are potentially large and are far from being exhausted.*

(Thomas, R.M. en Kobayashi, V. 1987 p. 49)

Winner en Holloway (1983) beskryf hierdie verandering as gevolg van rekenaargebaseerde onderwys as *"more than a good idea or a technical novelty, it is a culture change, different enough to be described as a revolution."*

#### 1.3.4 Aanwending as hulpmiddel in die klaskamer vir die onderrig van wiskunde.

Terselfdertyd het die navorser programme vir gebruik in die onderrig van wiskunde geskryf. Omdat die grafika-fasiliteit van 'n mikrorekenaar besondere effekte van onder meer beweging insluit, is besluit om te begin met die grafiese voorstelling van funksies. Bork (1977) het opgemerk dat *"Graphics play an extremely important role in the learning process."*

Indien die mikrorekenaar as 'n 'tutor' of 'tutee' aangewend word, word 'n aantal mikrorekenaars vir leerlingtoegang benodig. Die koste hieraan verbonde is reeds in 1.2 bespreek.

Die mikrorekenaar word in die onderwys, soos genoem in 1.2, hoofsaaklik as 'tutor' aangewend. Baie navorsing is reeds in hierdie verband gedoen. Tog is Adams (1988) van mening dat *"The claim that students can learn more efficiently with computer-assisted instruction has not been adequately demonstrated."*

Nog min is deur die navorser gevind wat opgeteken is ten opsigte van die aanwending van die mikrorekenaar as 'tool', 'n metode wat ooreenstem met die metode van onderrig wat in hierdie ondersoek beskryf word, naamlik dat slegs een mikrorekenaar in die klaskamer deur die onderwyser as onderrighulpmiddel ('tool') aangewend word.

Hativa (1984) het 'n soortgelyke studie gemaak wat sy 'CGT - Computer Guided Teaching' noem. Oor hierdie nuwe toepassing van die mikrorekenaar sê sy:

*... the computer guides the teacher through all the steps of topic presentation: it sequences the topics, divides them into subtopics, connects them smoothly, summarizes them frequently and provides questions to ask students or examples and problems to discuss with the class.*

(Hativa, N. 1984, p. 294)

Uit bogenoemde aanhaling is dit duidelik dat die programmatuur die lesse 'beheer'. Die beplanning van sodanige programmatuur neem baie tyd in beslag en vereis besondere kundigheid. Marsh sê hiervan dat:

*Extensive time, effort and expertise have to be invested in planning such software-controlled lessons - a great deal more than a single teacher can put into the planning of his own lessons. Under the pressure of real classroom situations, teachers are usually unable to exploit the full range of potentially effective teaching strategies known to them. CGT can help to alleviate this problem.*

(Marsh, T.A. 1990, p. 61)

Hativa inkorporeer die volgende as doeltreffende onderrigstrategie by hierdie metode van onderrig en verwag dat dit beter onderrig en 'n verbetering van die leerproses tot gevolg sal hê:

- (a) Lesse moet maklik gevolg kan word.
- (b) Lesse moet maklik verstaanbaar wees.
- (c) Lesse moet maklik onthou kan word.

Die aard van die programmatuur wat gebruik word, is sodanig dat, soos Marsh dit stel:

*.... the teacher does not have to write much on the chalkboard, or explain verbally, concepts which are clearly and dynamically presented by graphical pictures and animations ..... it can assist the teacher of mathematics who is*

*inexperienced or in any way ill-prepared.*

(Marsh, T.A. 1990, pp. 61-62)

In die metode van onderrig, soos bespreek in hierdie studie, 'beheer' die onderwyser die les. Die mikrorekenaar dien as hulpmiddel ('tool') vir die onderwyser. Die programmatuur kan dus, soos beskryf in 1.2, 3.3 en 5.4, sonder soveel moeite ontwikkel word.

#### 1.3.5 Resultate. (Informeel)

In 3.8, naamlik die ondersoek self, is presies dieselfde metodologie in die klaskamer gevolg as wat voor hierdie formele studie gevolg is. Die resultate van hierdie metode van onderrig was die werklike rede vir formele navorsing. Op hierdie stadium kon slegs staatgemaak word op die vergelyk met die resultate van konvensionele metodes en van vorige ondervinding. Hierdie studie is juis daarop gemik om te probeer aantoon dat die resultate verantwoordbaar is.

Die hantering van die grafiese voorstelling van funksies, die gedeelte van die leerplan waarmee begin is, het veral twee aspekte na vore laat kom, naamlik:

- (a) Veel minder tyd is aan die onderrig van hierdie onderwerpe bestee deurdat die mikrorekenaar die grafieke onmiddellik en akkuraat daarstel vir ontleding,

in plaas daarvan dat die leerling eers 'n hele aantal grafieke moet teken om te kan vergelyk. Die dinamiese voorstelling deur die mikrorekenaar het ook die belangstelling van die leerlinge geprikkel.

- (b) Die insig wat die leerlinge ten opsigte van gedane werk getoon het, was van 'n veel hoër standaard as wat die geval was deur van konvensionele metodes gebruik te maak.

Die behandeling van ander afdelings van die leerplan (oplossing van vergelykings, ongelykhede, liniêre programmering, ens.) het tot dieselfde resultate gelei.

Alhoewel hierdie metode van onderrig hoofsaaklik daarop gemik is om die mikrorekenaar as hulpmiddel vir die onderwyser aan te wend, kan leerlinge individueel hierdie programmatuur-pakkette as 'tutor' gebruik. Leerlinge kon in die middag op 'n geordende basis self met die programmatuur eksperimenteer. Verbasend gou was die speel van rekenaarspeletjies iets van die verlede en kon die gebruik van die mikrorekenaar ook hier 'n opvoedkundige rol vervul.

Hierdie gebruik van die mikrorekenaar deur die leerlinge bevestig ook wat redaksioneel in Mathematics Teacher op-

gemerk is, naamlik:

*It is no longer a question of whether educators should be involved with computers. With the pervasiveness of computers, it is essential that students learn about them. For some individuals, this may simply be a matter of computer literacy, that is, familiarity with their capabilities and the kinds of functions they can perform. For others, the computer provides a vocational opportunity, and more detailed knowledge is required.*

(Mathematics Teacher, Nov. 1981)

Laasgenoemde verwysing ondersteun die gevolgtrekkings waartoe die navorser in hoofstuk 5 kom in verband met die voordele wat programmeringsvaardighede inhou.

#### 1.3.6 Verdere navorsing.

Navorsing op 'n wetenskaplike basis is 'n natuurlike uitvloeisel uit bogenoemde. Die metode wat gebruik is, is aksie-navorsing. In paragraaf 2.1 is 'n kort beskrywing van hierdie ondersoekmetode.

#### 1.4 Betrokkenheid van die Departement van Onderwys en Kultuur (Administrasie: Volksraad).

Met die aankondiging van die RISK ( Rekenaars In Skole en Kolleges ) - projek ( Omsendminute, Kaaplandse Onderwysdepartement. 1991-09-17 ) word 'n daadwerklike poging

deur die Owerhede aangewend om die agterstand wat die onderwys op die gebied van die aanwending van die mikrorekenaar het, te probeer uitwis. Die projek sal vanaf 1 Januarie 1992 oor 'n tydperk van ongeveer 10 jaar ingefaseer word. Die algemene doelstellings van die RISK-projek is:

- (1) Om aan elke leerling die geleentheid te bied om 'n minimum vlak van rekenaargeletterdheid te bereik en daardeur in landsbelang 'n bydrae te lewer in die voorsiening van rekenaargeletterde mannekrag en hoëvlakrekenaardeskundiges.
- (2) Om die moontlikhede van die rekenaar vir die bevordering van die kwaliteit van onderrig en leer te benut.

Die projek word in drie fases geïmplementeer, naamlik:

Fase 1: Basiese rekenaaropleiding wat vir die duur van die projek voortgesit word.

Fase 2: Bemeestering van die rekenaar as alledaagse hulpmiddel.

Fase 3: Bemeestering van die rekenaar as onderrighulpmiddel.

Die einddoel van hierdie projek is om die mikrorekenaar aan te wend as onderrighulpmiddel.

Die 'Besondere Doelwitte' van die RISK - projek asook aspekte rakende opleiding, word in hoofstuk 5 bespreek.

oooooooooooo

HOOFSTUK 2

Metodiek

2.1 Inleiding.

In hoofstuk 1 is die metode van onderrig wat in hierdie studie ondersoek word, breedvoerig bespreek. Dit handel oor die aanwending van 'n enkele mikrorekenaar in die klaskamer as onderrighulpmiddel ('tool').

As inleiding tot hierdie hoofstuk, wat handel oor die metodologie van die ondersoek, word die volgende twee aanhalings, wat in noue verband staan tot hierdie onderrigmetode, voorgehou. Oor die praktiese nut van so 'n onderrigmetode voer Adams die volgende aan:

*The tool model is one in which the computer has some practical utility in terms of saving time and preserving intellectual energy by transferring of routine tasks to the computer, or in enhancing human creative skills.*

(Adams, T. 1988, p. 3)

Net soos Adams, het die navorser ook ervaar dat die insig wat leerlinge bekom het, van 'n hoë akademiese standaard is. (1.3.5 bl. 26).

Tweedens beskryf Olds die diversiteit van moontlikhede van die mikrorekenaar op die volgende wyse:

*General purpose tools frequently amplify human capacity well beyond the obvious pragmatic advantages.....every regular user of a word processor that I know has found a new measure of freedom with words.....Because educators have so far been preoccupied with using the computer as a tutorial medium, few are aware of the wide range of general-purpose tools that are available and have not considered their educational potential nor have they considered how the general availability of such powerful tools will alter the world of the students they are educating.*

(Olds, S. 1981, pp. 62-74)

## 2.2 Aksie-navorsing.

Die metode waarvolgens die ondersoek in hierdie studie oor die gebruik van 'n enkele mikrorekenaar as onderrig-hulpmiddel in die klaskamer vir die onderrig van wiskunde in die sekondêre skool gedoen word, is die metode van aksie-navorsing. Hier volg 'n kort beskrywing van hierdie navorsingsmetode:

Aksie-navorsing word gekenmerk deur die volgende:

- (a) Dit is 'omstandigheidsgebonde' deurdat dit 'n probleem in 'n spesifieke konteks identifiseer en dan poog om die probleem in daardie spesifieke konteks op te los.
- (b) Dit is 'deelnemend' deurdat spanlede direk of indirek deelneem aan die navorsing.

(c) Dit is self-evaluerend deurdat modifikasies voortdu-  
rend in die proses ge-evalueer word.

Aangesien 'n kleinskaalse ondersoek beoog word, wil dit  
dus voorkom of hierdie tipe navorsing ideaal sal inpas in  
dit wat die navorser beplan om te ondersoek.

Cohen en Manion beskryf aksie-navorsing soos volg:

*Action research is small-scale  
intervention in the functioning  
of the real world and a close ex-  
amination of the effects of such  
intervention. - It is a means of  
injecting additional or innovato-  
ry approaches to teaching and  
learning into an ongoing system  
which normally inhibits innova-  
tion and change.*

(Cohen, L. and Manion, L. 1985,  
pp. 208-211)

## 2.3 Metodes.

### 2.3.1 Ontwikkeling van programmatuur-pakkette van gedeeltes van die wiskunde-leerplan vir die gebruik in hierdie onder- rigmetode.

Hierdie pakkette sluit die volgende in:

- \*\* Grafiese voorstelling van:
  - \* Die lyn.
  - \* Die parabool.
  - \* Die hiperbool.
  - \* Die sirkel.
  - \* Die absolute waardefunksie.

- \* Die eksponensiaalfunksie.
- \* Die logaritmesefunksie.
- \* Die derdegraadsfunksie.
- \* Die sinusfunksie.
- \* Die kosinusfunksie.
- \* Die tangensfunksie.

\*\* Oplossing van kwadratiese vergelykings.

\*\* Oplossing van kwadratiese ongelykhede.

\*\* Liniêre programmering.

2.3.2 Loopsing van 'n kleinskaalse aksie-navorsingsprojek in die klaskamer met behulp van bogenoemde programmatuur.

Die klasgroepe wat gebruik is in hierdie ondersoek, was hoofsaaklik standerd 8- en standerd 9-leerlinge. Genoemde programmatuur-pakkette word in die standerd 10-klasse gebruik in soverre dit gaan oor hersiening. Die hantering van die reguit lyn word in die standerd 7-klasse met behulp van hierdie metode gedoen. Leerlinge wat wiskunde op die hoër- en standaardgraad aanbied, word in dieselfde klas geakkommodeer.

2.3.3 Opvolgonderhoude met leerlinge om die kwaliteit van die metode en die effek van hierdie benadering van onderrig te probeer meet.

Leerlinge word gesamentlik en afsonderlik in onderhoude,

met behulp van voorafbepaalde vrae, getoets met betrekking tot die kwaliteit van hierdie onderrigmetode. Twee aspekte is van belang, naamlik kennis opgedoen en die houding van die leerling teenoor die metode van onderrig. In die onderhoude word ook gedifferensieer tussen

- (a) spesifieke lesse aangebied met behulp van die mikrorekenaar en
- (b) die vergelyk wat leerlinge tref tussen lesse aangebied met behulp van die mikrorekenaar en lesse aangebied sonder om van die mikrorekenaar gebruik te maak.

2.3.4 Gebruik van onafhanklike wiskunde onderwysers om te dien as nie-deelnemende waarnemers. Hulle taak is om hierdie onderrigmetode kwalitatief te evalueer.

Onderwysers van buurskole word, met die toestemming van hulle skoolhoofde, genooi om gedurende skooltyd wiskunde-klasse, waar hierdie onderrigmetode gebruik word, by te woon. Hulle word vooraf slegs kortliks ingelig dat 'n wiskundeles met die gebruik van 'n mikrorekenaar as onderrighulpmiddel aangebied gaan word. Hulle word gevra om, by wyse van skriftelike kommentaar, hierdie onderrigmetode kwalitatief te evalueer.

oooooooooooo

### HOOFSTUK 3

Onderzoek na die gebruik van 'n enkele mikrorekenaar as hulpmiddel in die klaskamer vir die onderrig van wiskunde in die sekondêre skool.

#### 3.1 Inleiding.

In hoofstuk 1 (bl. 26) is verwys na die resultate, informeel gemeet, wat na die mening van die navorser, die gevolg van die gebruik van 'n mikrorekenaar in die klaskamer as onderrighulpmiddel is. Juis dit het aanleiding gegee tot die formele ondersoek van hierdie onderrigmetode.

Van Hille (1986), 'n wiskunde onderwyser plaaslik, het opgemerk dat *"Using a single computer in a classroom to demonstrate mathematical concepts and to interact with the class as a whole has tremendous potential."* Hy wys egter daarop dat drie voorvereistes nagekom moet word voordat hierdie metode van onderrig ondersoek kan word, naamlik:

- (a) Maklike toegang tot 'n betroubare mikrorekenaar, skyfaandrywer, monitor of TV-skerm.
- (b) 'n Onderwyser met 'n mate van ondervinding in die gebruik van mikros en wat gewillig is om dit in die wiskunde-klas op die proef te stel.
- (c) Geskikte programmatuur wat aanpasbaar genoeg is om te voorsien in die verskillende behoeftes van onderwysers en eenvoudig is om te gebruik.

Die uitgangspunte hierbo genoem, word deur die navorser beskou as van kardinale belang om in gedagte te hou by 'n ondersoek van hierdie aard. Dit omvat twee belangrike begrippe, naamlik (i) koste en (ii) programmeringsvaardighede. (i) en (ii) word in die inleiding tot hoofstuk 1 bespreek, waarvolgens die koste van apparatuur vir hierdie onderrigmetode tot die minimum beperk word deurdat slegs een mikrorekenaar in die klaskamer gebruik word. Die bespreking in hoofstuk 5 handel op sy beurt oor die aanleer van programmeringsvaardighede, wat ook die koste verbonde aan programmatuur, beperk.

In die leerplan vir hoër- en standaardgraad wiskunde (1992) word onder paragraaf 2 sekere doelstellings gestel. Een van die doelstellings is die betekenisvolle aanbieding van wiskunde en 'n ander die akkuraatheid en die ontwikkeling van wiskundige insig. Dit is die mening van die navorser dat albei hierdie doelstellings baie doeltreffend deur die metode van onderrig, soos beskryf in hierdie studie, bereik kan word.

Wat akkuraatheid betref, kan onder meer gesê word dat leerlinge die 'korrekte' sien, veral ten opsigte van grafieke. Die leerling sien voortdurend die presiese vorm van 'n grafiek en kweek dus die gewoonte aan om dit korrek weer te gee.

### 3.2 Apparatuur.

Die mikrorekenaars wat in hierdie studie gebruik is, is die Acorn-reeks, te wete BBC model B, BBC Master, BBC Master Compact en Acorn Electron. Genoemde rekenaars is versoenbaar. Wat veral merkwaardig van hierdie rekenaars is, is hul uitstekende grafika-fasiliteit. 'n Ander eienskap is hul uiterste betroubaarheid (3.1 (a)). Enige ander fabriek kan egter aangewend word om, met aanpassing van die programmatuur, dieselfde taak te verrig.

### 3.3 Programmatuur.

Die ontwikkeling van die programmatuur, soos genoem in 2.3.1, is 'n aaneenlopende proses. By hierdie proses is veral twee faktore van belang, naamlik:

- (a) Aanpassing ter verbetering van die programmatuur na aanleiding van ondervindinge in die toepassing daarvan in die klaskamer.
- (b) Aanpassing van die programmatuur van jaar tot jaar om in die behoeftes van klasgroepe te voorsien. Hierdie verskille word bepaal deur faktore soos persoonlikheid, intelligensie en ander.

Ter voorbereiding van lesse is toepaslike programmatuur op 'n gereelde basis ontwikkel. Dit sluit programmatuur in oor die faktorisering van die drieterm, naamlik

$ax^2 + bx + c$ , saamgestelde rente en ander.

Gedurende die tweede jaar veral, is aanpassings gemaak as gevolg van tekortkominge wat uitgewys is by die praktiese toepassing van die programmatuur.

Dit is uit bogenoemde duidelik dat groot opofferinge gemaak is in die daarstel van die programmatuur, veral in terme van tyd wat daaraan bestee is. Dit is gevolglik belangrik om daarop te wys dat daar gekonsentreer moet word op hul funksionaliteit. Onderrigdoelwitte moet steeds voorop gestel wees, anders kan dit lei tot die afwatering van die onderrig.

Programme word in die bylae vervat.

#### 3.4 Doel van die ondersoek.

Die doel van hierdie ondersoek is om vas te stel of die gebruik van 'n enkele mikrorekenaar as hulpmiddel in die klaskamer voordele vir die onderrig van wiskunde in die sekondêre skool inhou. Verskeie faktore speel 'n rol in die oorweging van 'n metode soos hierdie.

Die belangrikste oorweging is effektiwiteit. 'n Ander baie belangrike faktor is bekostigbaarheid. Derdens moet programmatuur beskikbaar wees.

Aldrie hierdie bepalende faktore word in ag geneem in die ondersoek wat volg.

### 3.5 Standersds.

Hoofsaaklik standerd 8- en standerd 9-leerlinge, soos genoem in 2.3.2, is aan hierdie ondersoek onderwerp. Ook standerd 7-leerlinge het onderrig ontvang oor werk wat handel oor die grafiek van die lyn,  $y = mx + c$ , en die faktorisering van die drieterm,  $ax^2 + bx + c$ . Verder is die programmatuur-pakette, soos genoem in 2.3.1, in die standerd 10-klasse gebruik in soverre dit gaan oor hersiening.

### 3.6 Hoër- en standaardgraad.

Leerlinge wat hoër- en standaardgraad aanbied, word in dieselfde klas geakkommodeer omdat die skool van medium-grootte is. Hierdie aspek word volledig in 3.8 bespreek, omdat die noodwendige samevoeging van die twee groepe ook in 'n sin voordelig kan wees, aangesien die mikrorekenaar by uitstek aangewend kan word vir drill- en oefendoeleindes.

### 3.7 Klasgroottes.

Klasse word hanteer volgens die grootte daarvan. Klasse van tot ongeveer 10 leerlinge kan baie gerieflik om 'n monitor of 'n TV-skerm in 'n boog gerangskik word. Groter klasse bly in normale, konvensionele posisie en die mikrorekenaar word met behulp van 'n 'Magna-bite' aan 'n oorhoofse projektor gekoppel.

Dit is gepas om op hierdie stadium te noem dat die klas-atmosfeer deur die gebruik van die mikrorekenaar meer informeel neig. 'n Meer ontspanne atmosfeer word daardeur geskep, wat die onderrig van wiskunde meer ontspanne aan die kant van die onderwyser en veral meer ontspanne aan die kant van die leerlinge laat geskied. Hieroor word in 3.8 uitgebrei.

### 3.8 Die ondersoek.

Die metodiek toegepas in die ondersoek vind noue skakeling met die praktiese reëlings soos beskryf in paragrawe 3.5 tot 3.7 hierbo. Drie afdelings van die leerplan word in hierdie gedeelte gedemonstreer, naamlik:

- (a) Die hantering van die grafiese voorstelling van funksies.
- (b) Die oplossing van kwadratiese vergelykings.
- (c) Die oplossing van kwadratiese ongelykhede.

Die volgende vorm 'n integrale deel van hierdie metode van onderrig, naamlik (i) vooraf-kennis en (ii) die skryfbord.

#### (i) Vooraf-kennis.

Agtergrondkennis met die doel om 'n geheelbeeld aan leerlinge voor te hou, word steeds volgens gewone, konvensionele metodes verskaf. Dit is belangrik dat leerlinge

vooraf weet waaroor die les gaan. Die gebruik van die mikrorekenaar voorsien die besonderhede oor die onderwerp, vestig begrippe en bewerkstellig insig. In elk van die drie afdelings sal dit volledig bespreek word.

(ii) Die skryfbord.

Soos wat die skryfbord onontbeerlik is vir effektiewe onderrig volgens tradisionele metodes, word dit ook in hierdie metode gebruik om, soos een van die nie-deelnemende wiskunde onderwysers dit stel, saam met die onderwyser, 'n driemanskap te vorm. Ook hieroor sal in elk van die drie afdelings uitgewei word.

(a) Grafiese voorstelling van funksies.

Ter illustrasie van hierdie onderwerp word die hantering van die parabool, naamlik  $y = ax^2 + bx + c$ , gekies.

(i) Vooraf-kennis.

Die leerlinge weet reeds hoe om die grafiek punt vir punt te plot en te skets en ken ook die vorm van die parabool. Die draaipunt kan ook reeds deur middel van vierkantsvoltooiing of deur die gebruik van 'n formule bepaal word.

(ii) Op die skerm.

Op die skerm verskyn 'n assekruis met 'n skaal-

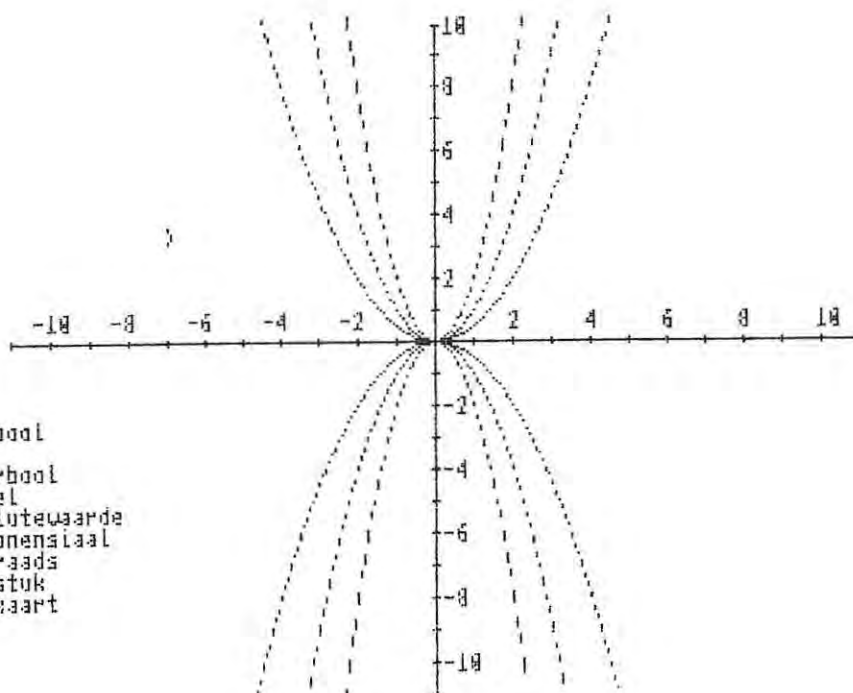
indeling. Die waardes van a, b en c moet ingelees word.

(iii) Die skryfbord.

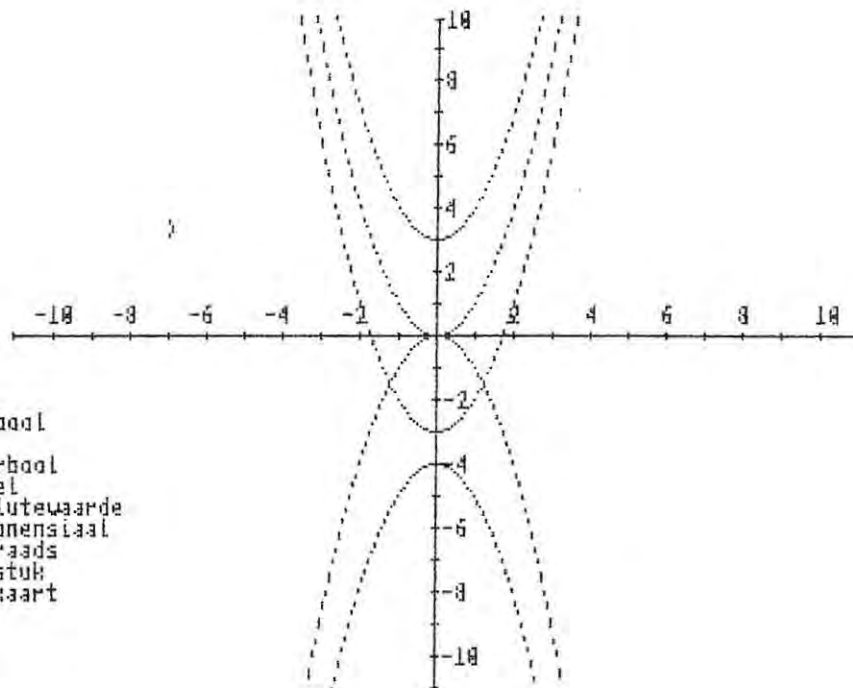
Vir die leerlinge om presies te weet met watter veranderlike ge-eksperimenteer word, is dit belangrik dat die onderwyser op die skryfbord aantekeninge maak van die waardes van die veranderlikes wat onder toetsing is.

Metodiek: Wat die parabool betref, word die les in drie fases verdeel, naamlik:

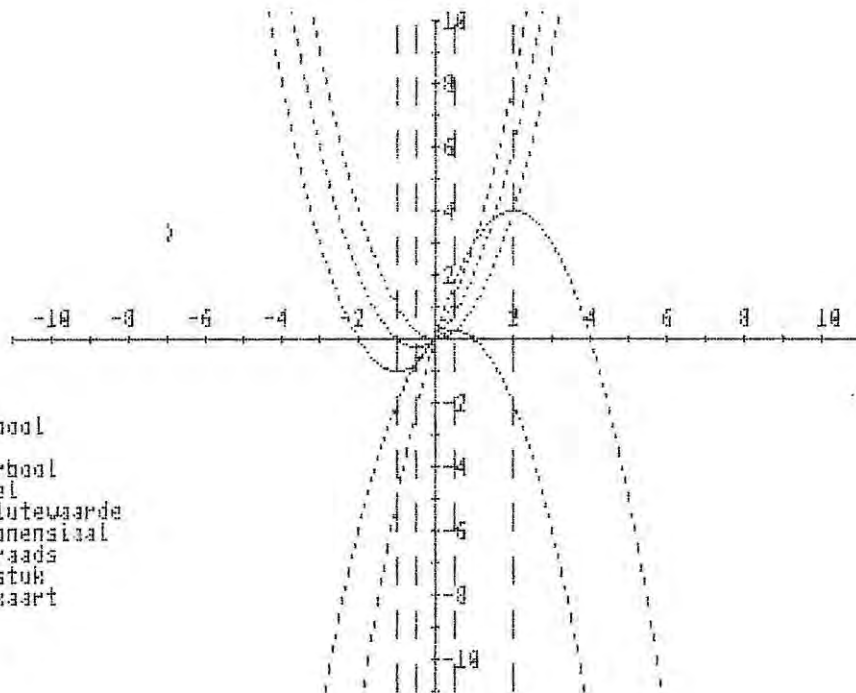
- (1) Onderzoek eers die invloed van a deur verskillende waardes vir a te kies met  $b=0$  en  $c=0$ . Die grafiek hieronder is selfverduidelikend.



(2) Onderzoek tweedens die invloed van  $c$  op die grafiek deur verskillende waardes van  $c$  te kies met eers  $a=1$  en  $b=0$  en dan  $a=-1$  en  $b=0$ .



(3) Onderzoek laastens die invloed van  $b$  op die grafiek deur met verskillende waardes van  $a$ ,  $b$  en  $c$  te eksperimenteer.

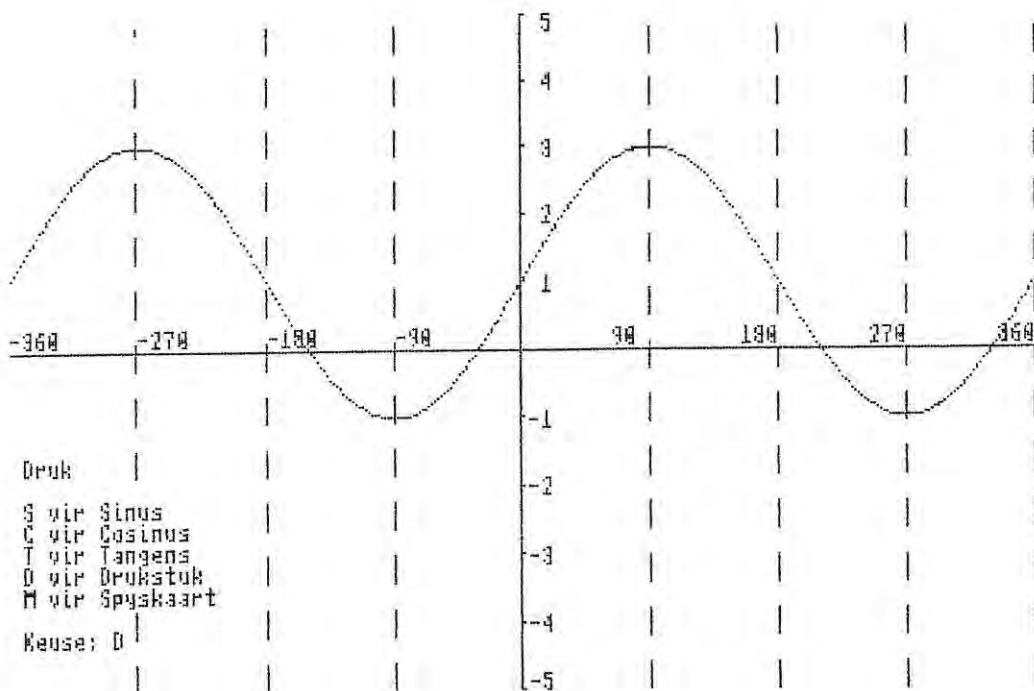


Opdrag aan leerlinge aan die einde van die periode wat ongeveer 30 minute geduur het.: Om in sy eie woorde tuis 'n opsomming te gaan maak van die invloed wat die waardes van  $a$ ,  $b$  en  $c$  op die grafiek van  $y = ax^2 + bx + c$  het.

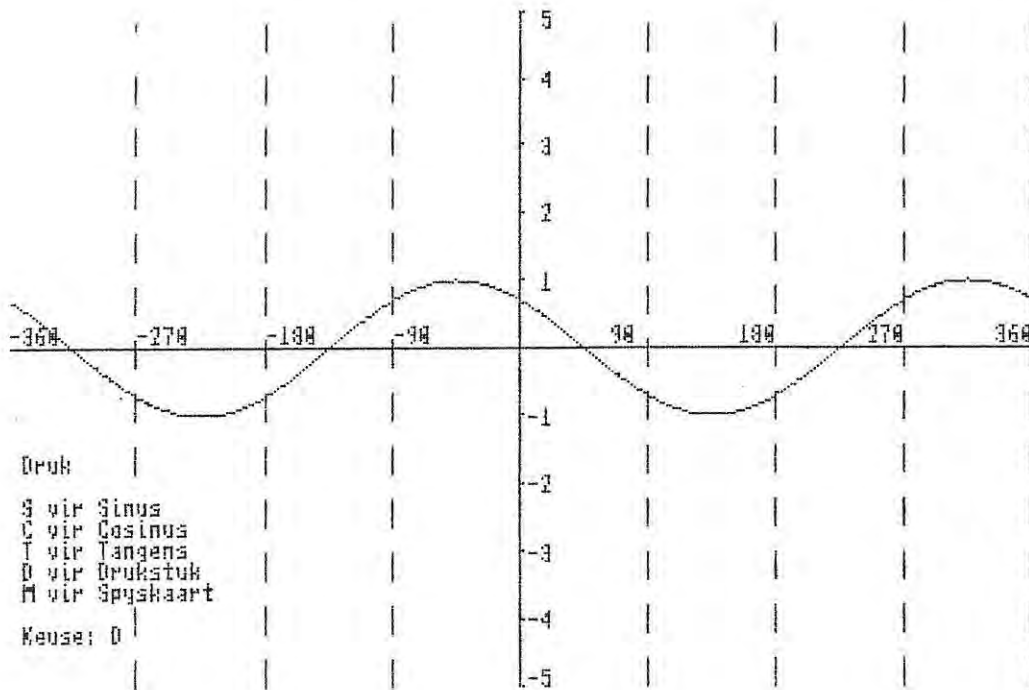
Die hantering van die grafieke van  $y = a\sin(bx + c) + d$ ,  $y = a\cos(bx + c) + d$  en  $y = a\tan(bx + c) + d$  geskied op soortgelyke wyse deur die invloed van die veranderlikes  $a$ ,  $b$ ,  $c$  en  $d$  op die onderskeie grafieke te ondersoek. Soortgelyke opdragte as hierbo word dan aan die leerlinge gegee om tuis te gaan uitvoer.

Voorbeelde van die grafieke van bogenoemde trigonometriesse funksies:

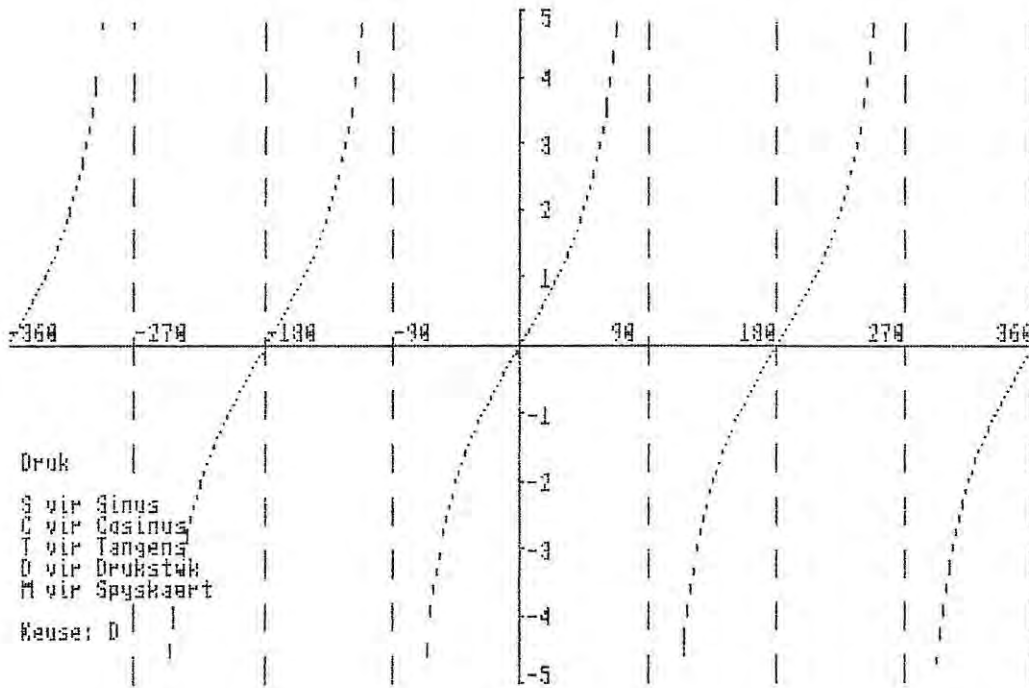
1.  $y = 2\sin x + 1$



2.  $y = \cos(x + 45^\circ)$



3.  $y = 2\tan x$



(b) Oplossing van kwadratiese vergelykings.

(i) Vooraf-kennis en metodiek.

Die oplossing van vergelykings kan slegs in twee groepe verdeel word, naamlik eerstegraadsvergelings en meergraadsvergelings. Sekere standaardaksies moet gevolg word om vas te stel met watter soort vergelyking gewerk word. Die kennis vooraf is dus van kardinale belang. Die basiese kennis, naamlik om (a) die breuke te verwyder deur met die kgv van die noemers te vermenigvuldig (nadat die noemers gefaktoriseer is) en (b) deur die hakies te verwyder, is kennis wat voorveronderstel word. Dit is ook belangrik dat hierdie inligting deur die mikro-rekenaar voortdurend beskikbaar gestel word.

Die skryf van die vergelyking in standaardvorm, naamlik  $ax^2 + bx + c = 0$ , is die volgende aspek wat beklemtoon moet word. Laastens moet die aard van die wortels, indien dit irrasionaal is, deur bepaling van die aantal desimale syfers na die komma, of indien dit nie-reëel is, deur 'n simbool, aangegee word.

(ii) Op die skerm.

Die inligting weergegee en vrae gestel deur die mikrorekenaar, ontwikkel soos wat opdragte deur die leerlinge, onder die leiding van die onderwyser, uitgevoer word.

(iii) Die skryfbord.

Die gebruik van die skryfbord vorm 'n integrale deel van hierdie onderrigmetode. Verduidelikings na aanleiding van vrae deur leerlinge gevra, moet steeds deur illustrasie op die skryfbord gedoen word.

Hieronder volg voorbeelde van wat op die skerm verskyn indien 'n kwadratiese vergelyking foutief opgelos en korrek opgelos word.

Oplossing van KWADRATIESE wgs.  
=====

A. Eerste TWEE stappe:

1. Verwyder die breuke.
2. Verwyder die hakkes.

(Om a, b en c se waardes te kry!)

B. Metodes van oplossing:

1. Faktore.
2. Voltooiing van die vierkant.  
(Slegs as dit gevra is!)
3. Formule.

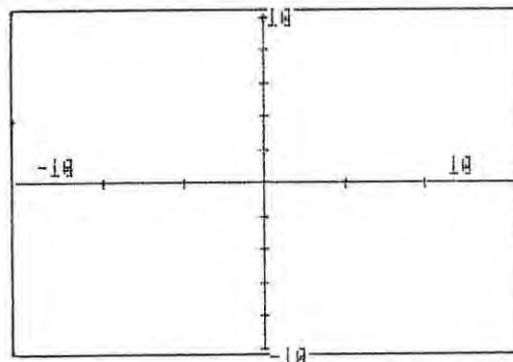
C. a, b en c se waardes:

$$\begin{aligned} a &= 1 \\ b &= -2 \\ c &= -3 \end{aligned}$$

D. Los nou op. (Wortels tot 2 des. indien irras. of gee III indien nie-reel.)

E. Wat kry jy die wortels?: 1  
en -3

Ek stem nie saam nie! Bepaal weer die wortels.



Oplissing van KWADRATIESE vgl.

A. Eerste TWEE stappe:

1. Verwyder die breuke.
2. Verwyder die hakkes.

(Om a, b en c se waardes te kry!)

B. Metodes van oplossing:

1. Faktore.
2. Uitwaaiering van die vierkant.  
(Slegs as dit geva is!)
3. Formule.

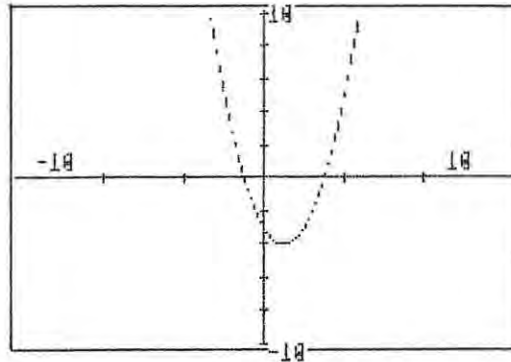
C. a, b en c se waardes:

$$\begin{aligned} a &= 1 \\ b &= -2 \\ c &= -3 \end{aligned}$$

D. Los nou op. (Wartels tot 2 des. indien irras. of gee ill indien nie-reel.)

E. Wat kry jy die wartels?:  $-1$   
en  $3$

Jy is BRILJANT! Kyk nou na die x-waardes op die grafiek waar  $y=0$ .  
Hag 'n vergelyking? (J/M): H



(a) Oplissing van kwadratiese ongelykhede.

(i) Vooraf-kennis en metodiek.

Dit is die ervaring van die navorser dat die oplossing van kwadratiese ongelykhede 'n onderwerp is waarmee leerlinge oor die algemeen baie probleme ondervind, veral die 'ondergemiddelde' tot 'gemiddelde' leerlinge. Dit is moontlik die gevolg van 'n gebrek aan insig ten opsigte van die basiese beginsels. 'Sterker' leerlinge moet egter ook by wyse van hersiening van hierdie onderwerp opgeskerp word.

Die algemeenste foute wat gemaak word in die oplossing van kwadratiese ongelykhede is:

- (1) Breuke word verwyder deur met onbekendes te vermenigvuldig.
- (2) Die oplossing word soos vir 'n kwadratiese vergelyking gegee nadat byvoorbeeld gefaktoriseer is.

Net soos in die geval van kwadratiese vergelykings, moet sekere standaardaksies gevolg word om die ongelykheid op te los. Die ongelykheid moet in standaardvorm geskryf word sodat die NULPUNTE deur faktorisering of deur die formule bepaal kan word.

(ii) Op die skerm.

Net soos by die oplossing van kwadratiese vergelykings, gee die mikrorekenaar nuwe opdragte en inligting soos wat die les vorder.

(iii) Die skryfbord.

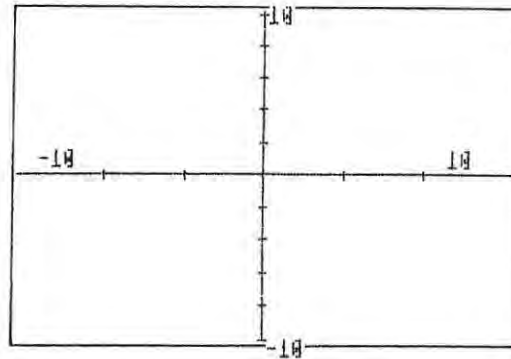
Dieselfde geld hier soos beskryf in 3.8 (b) ten opsigte van die oplossing van kwadratiese vergelykings.

Hieronder volg twee skerms. Een waarvolgens 'n kwadratiese ongelykheid foutief opgelos is en een waarvolgens 'n kwadratiese ongelykheid korrek opgelos is.

Oplassing van KWADRATIESE ongelykhede.

A. Stappe:

1. Al die terme links.
2. a, b en c se waardes:  
L.W. kry a)0  
a=1  
b=-2  
c=-3
3. Bepaal die nulpunte soos volg:  
(a) Faktore (Ras. nulpunte) of  
(b) Formule (Irras. nulpunte)



B. >0 of <0 (Gee ) of (<); )

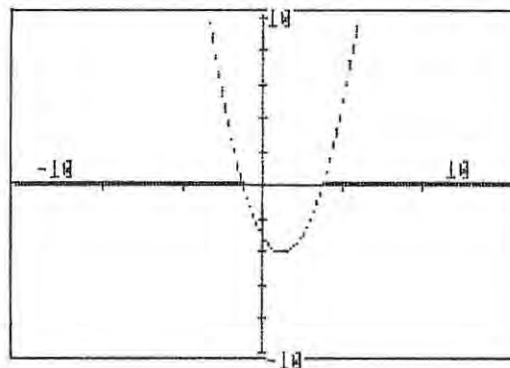
C. Wat kry jy die nulpunte? (Tot 2 des. as irras. of lll as nie-reel): 1  
en -3

Ek stem nie saam nie! Bepaal weer die nulpunte.

Oplassing van KWADRATIESE ongelykhede.

A. Stappe:

1. Al die terme links.
2. a, b en c se waardes:  
L.W. kry a)0  
a=1  
b=-2  
c=-3
3. Bepaal die nulpunte soos volg:  
(a) Faktore (Ras. nulpunte) of  
(b) Formule (Irras. nulpunte)



B. >0 of <0 (Gee ) of (<); )

C. Wat kry jy die nulpunte? (Tot 2 des. as irras. of lll as nie-reel): -1  
en 3

Jy is BAILJANT! Die beklertoonde lyn op die x-as gee die oplossing vir x.  
Hag 'n ongelykheid? (J/N): N

### 3.9 Leerlingonderhoude.

Onderhoude met leerlinge is op 'n deurlopende grondslag gevoer. Hierdie onderhoude is in twee groepe verdeel, soos tevore genoem, naamlik:

(a) Onderhoude wat oor die spesifieke lesse handel. Die leerlinge is gevra om kommentaar te lewer oor:

(i) Die leerling-interaksie gedurende die les.

(ii) Die leerling / onderwyser-interaksie gedurende die les.

(iii) Die verstaanbaarheid van die les.

(iv) Die wenslikheid van die aanbieding van ander lesse met behulp van die mikrorekenaar.

(b) Onderhoude waarin kortliks verduidelik word hoe die lesse wat met behulp van die mikrorekenaar aangebied is, sonder die mikrorekenaar aangebied sou word, en die kommentaar daarop. Leerlinge is immers gewoon aan lesse aangebied sonder die hulp van 'n mikrorekenaar en kan gevolglik 'n verantwoordbare vergelyk tref.

### 3.10 Nie-deelnemende wiskunde onderwysers.

Twee nie-deelnemende wiskunde onderwysers het lesse bygewoon wat met behulp van die mikrorekenaar aangebied is. Om objektiewe menings te verkry, is vooraf slegs daarna

verwys dat 'n wiskundeles met behulp van 'n mikroreke-  
naar aanbied gaan word en dat hulle die effektiwiteit van  
hierdie onderrigmetode by wyse van skriftelike kommentaar,  
kwalitatief moet evalueer.

In albei gevalle het die nie-deelnemende onderwysers agter  
in die klas plaasgeneem en hul waarnemings aange-  
teken.

oooooooooooo

HOOFSTUK 4

Ontleding

Aangesien leerlinge en nie-deelnemende wiskunde onderwysers betrokke was by hierdie eksperiment, word 'n kort opsomming en dan 'n ontleding van die response van albei groepe gegee.

4.1 Leerlinge se response.

In hoofstuk 2, bl. 34 en hoofstuk 3, bl. 54, is verwys na die aard van die onderhoude wat met leerlinge op 'n deurlopende basis gevoer is om daardeur hulle reaksie betreffende die kwaliteit van die leerproses, asook hulle houding teenoor hierdie onderrigmetode, te probeer meet.

4.1.1 Onderhoude wat oor die spesifieke lesse gehandel het.

(1) Leerling-interaksie.

Twee aspekte het baie duidelik na vore gekom, naamlik:

- (a) 'Swakker' leerlinge het nie gevoel dat hulle in kompetisie met ander leerlinge is nie. Selfs die 'sterker' leerlinge het eerder 'n houding van 'kameraadskap' as een van kompetisie geopenbaar. Die 'kompetisie' wat wel

ter sprake gekom het, was 'n wedywing tussen leerling en 'masjien'.

(b) Leerlinge het die onderwerp wat behandel is, met mekaar bespreek. Ook buite die klaskamer is gesprekke rondom die behandelde onderwerpe gevoer - iets wat selde in die verlede gebeur het.

(ii) Leerling/onderwyser-interaksie.

Die algemene respons in hierdie verband was dat die leerlinge meer ontspanne gevoel het en die vrymoedigheid gehad het om vrae te vra. Selfs vrae wat behandelde werk vooruitloop, het na vore gekom en hulle het gevoel dat hulle spontaan kon deelneem - die onderwyser was daar om hulle te help om die probleem wat deur die mikrorekenaar gestel is, op te los.

(iii) Verstaanbaarheid van die les.

Hierdie aspek is deur vraagstelling gedurende die les en daarna getoets. Leerlinge het gevoel dat hulle meer 'in beheer van die kennis' oor die spesifieke onderwerp is.

Die maak van opsommings was om twee redes nie

'n probleem nie. Die redes is:

- (1) Vrymoedigheid om mede-skoliere te raadpleeg. Sien (i) (b).
  - (2) Retensie na aanleiding van die waarnemings gedurende die les.
- (iv) Wenslikheid van die aanbieding van ander lesse met behulp van die mikrorekenaar.

Die leerlinge geniet die lesse wat met behulp van die mikrorekenaar aangebied word, omdat dit 'anders' as die gewone is. Hulle sou verkies dat die mikrorekenaar by alle lesse as hulpmiddel ingespan word.

- 4.1.2 Onderhoude waarin ook verduidelik word hoe die lesse sonder 'n mikrorekenaar aangebied sou word, met die vergelykende respons daarop.

Met bogenoemde (iv) in gedagte, is dit nodeloos om te sê dat leerlinge die wens uitspreek dat alle wiskundelesse met behulp van die mikrorekenaar aangebied moet word.

- 4.2 Response van nie-deelnemende wiskunde onderwysers.

Die response van nie-deelnemende wiskunde onderwysers

word saamgevat onder die volgende hoofde:

(a) Geprikkelde belangstelling.

Die leerlinge kan op die doel van die les konsentreer en verspil nie tyd met die teken van 'n aantal grafieke nie.

(b) Konsentrasie.

Leerlinge is gretig om te leer en die rekenaar behou hul aandag vir langer tydperke as met konvensionele onderrigmetodes.

(c) Betrokkenheid en uitdaging.

Leerlinge word byna 'gehipnotiseer' deur die tegnologie. Elke wiskundige probleem is 'n uitdaging. Leerlinge is betrokke by elke voorbeeld; hulle is betrokke by die wiskunde en neem 'n houding aan van 'ek kan, ek wil, ek moet, ek sal .....'

(d) Werklikheid en memorisering.

Die memorisering van leerinhoud word vergemaklik deurdat die 'korrekte werklikheid' deurentyd, veral wat die grafiese voorstelling van funksies betref, deur die mikrorekenaar weergegee word. Die beeld van 'n grafiek word, ook as gevolg van beweging, maklik

herroep.

(e) Gekontroleerde afleidings.

Die leerlinge is gelei om self afleidings te maak. Die afleidings kan deur middel van die mikrorekenaar gekontroleer word. Dit skep 'n gevoel van selftevreedenheid en oorwinning by die leerling. Die onderwyser lei die leerlinge om individueel te dink en antwoorde te waag. Dit word opgevolg met demonstrasie op die rekenaar.

(f) Spontaniteit.

Die leerlinge het selfs later begin voorstelle maak om die effek van sekere waardes van die parameters in die paraboliese funksie te ondersoek. Dit het gelei tot leerlingbetrokkenheid. Leerlinge het spontaan vrae gevra omdat die onderrigsituasie informeel was. Die onderwyser kon deur middel van hierdie tweerigtinggesprek meer sinvol leiding gee.

(g) Boekgebondenheid.

Boekgebondenheid is verbreek en die leerlinge het sonder inspanning baie werk in 'n korter tydperk as normaalweg verrig.

(h) Kompetisie.

Kompetisie is nie teen die mede-skolier gerig nie, maar teen die 'masjien'. Leerlinge wil nie teen die 'masjien' verloor nie, daarom is hulle baie meer betrokke by die wiskunde.

(i) Gevoel van bemeestering.

Gevoel by leerlinge dat wiskunde uiteindelik bemeester kan word, is positief.

(j) Sakrekenaar.

Leerlinge moet steeds die gebruik van die sakrekenaar bemeester. Die mikrorekenaar vervang nie die leerlinge se logiese redeneringsvermoë nie. Hulle moet steeds DINK.

(k) Vaslegging.

Deurdat 'n wye verskeidenheid voorbeelde in die loop van 'n periode gedoen kan word, word werk beter vasgelê. Hier baat veral leerlinge wat wiskunde op die standaardgraad en die laergraad aanbied.

(l) Gelei tot insig wyer as die leerplan.

Leerlinge wat wiskunde op die hoërgraad aanbied, verspil geen tyd nie. Die betrokke voorbeelde verbreed nie alleen hul kennis nie, maar verdiep ook

hul insig, sodat hulle nie tot die sillabus beperk bly nie.

(m) Terugvoering, hulp en verduideliking.

Daar was onmiddellike terugvoering deur die mikro-rekenaar sodra foute begaan is. Teorie is deurlopend op die skerm beskikbaar, al dra die onderwyser dit nie verbaal oor nie. Herhaalde inskerping, tydig en ontydig, vind derhalwe plaas.

4.3 Ontleding van bogenoemde response.

4.3.1 Leerlinge.

Met verwysing na die DOELSTELLINGS soos vervat in die SILLABUS VIR WISKUNDE (1992), kan, na aanleiding van 4.1, die volgende afgelei word:

(a) 'n Positiewe ingesteldheid teenoor en belangstelling in Wiskunde is deur die betekenisvolle aanbieding van die vak met behulp van die mikrorekenaar bewerkstellig.

(b) Akkuraatheid en wiskundige insig word ontwikkel.

4.3.2 Onderwysers.

Leerlinge het 'n verbasende goeie insig getoon. 'n Moontlike rede hiervoor mag wees dat die ge-

heel, sowel as die detail van 'n onderwerp binne 'n kort tydsbestek in verband gebring kon word. Die opsommings wat leerlinge self tuis moes maak, het verrassend baie insig in en begrip van die werk weerspieël.

oooooooooooo

HOOFSTUK 5

Gevolgtrekkings en aanbevelings.

5.1 Inleiding.

Sylwester en Moursund het in 'n studie oor hoe om in die onderwyssituasie gebruik te maak van die bekwaamhede en beperkinge van beide die menslike brein en van mikrorekenaars tot hierdie gevolgtrekking gekom:

*Computers and computerized instruments can easily function beyond and make fine discriminations within human sensory/motor ranges, and they are not affected by human interest and attention limitations.*

*Computers are very effective at manipulating factual information, and making detailed analyses.*

*For many types of situations, computers are quite effective in solving problems that require the use of semantic and procedural types of memories.*

*Computers can enhance and inhibit human social development and problem-solving ability.*

(Sylwester, R. en Moursund, D. 1989  
pp. 13, 18, 24, 27)

Bogenoemde gevolgtrekkings is inderdaad ook die ervaring van die navorser waar die mikrorekenaar gebruik word in die onderrig van wiskunde. Die mikrorekenaar het as't ware 'n meelewing by die leerlinge in die wiskundeklas

bewerkstellig. Dit het 'n integrale deel van die klas geword, met 'n eie 'persoonlikheid'. Dit moet nogtans beklemtoon word dat hierdie 'persoonlikheid' verdwyn sodra die onderwyser nie meer teenwoordig is nie, aangesien die onderwyser in hierdie metode van onderrig die les 'beheer'.

Die gevolgtrekkings wat in hierdie hoofstuk bespreek word, is drieërlei van aard. Die eerste groep handel oor die leerlinge - oor watter baat hulle by hierdie onderrigmetode vind. Die tweede groep handel oor die onderwyser - oor watter ondersteuning hy in hierdie onderrigmetode ervaar. Die derde groep handel oor programmering - oor die voordele wat dit inhou.

Dit is die mening van die navorser dat bogenoemde drie aspekte 'n eenheid vorm. Leerling - onderwyser - mikrorekenaar, 'n driemanskap ter bevordering van effektiewe onderrig van wiskunde in die klaskamer. Benzie druk dit so uit:

*When used in the classroom, computers are operating in a complex environment that include teachers, pupils and possibly other elements. Teachers and pupils are the important ones; the designers of educational software must focus their attention on pupil learning rather than on computer activity.*

(Benzie, D. 1985, p. 142)

Voorts word aanbeveel dat leierspanne in skole beter ingelig behoort te word oor die opvoedkundige- en onder- rigpotensiaal van die mikrorekenaar. In hierdie verband is dit verblydend om te verneem van die RISK-projek, en wel van die besondere doelwitte daarvan, naamlik:

- (1) Om aanvanklike onderwysopleiding sodanig uit te brei dat rekenaaropleiding aan alle onderwyskolleges aangebied sal word en alle studentonderwysers een of ander vorm van rekenaaropleiding sal ontvang.
- (2) Om deur indiensopleiding 'n beduidende persentasie van die onderwyspersoneel by een of ander vorm van rekenaaropleiding te betrek.
- (3) Om die gebruik van die rekenaar vir onderrig en leer in die skool- en vakkurrikula te integreer.
- (4) Om voldoende geskikte opvoedkundige rekenaarprogrammatuur te verkry en te ontwikkel.
- (5) Om alle skole wat dit doeltreffend kan benut, met voldoende apparaat en programmatuur toe te rus om:
  - \* aan die maksimum aantal leerlinge rekenaargeletterdheidsopleiding te bied,
  - \* soveel moontlik leerlinge wat rekenaarstudie as 'n skoolvak wil neem, te akkommodeer,
  - \* die rekenaar as onderwysmedium vir die bevordering van onderrig en leer te gebruik.

Die kennisgewing rakende die implementering van die RISK-projek handel hoofsaaklik oor apparatuur, programmatuur, geriewe en opleiding van personeel en leerlinge. In hoofstuk 1 is na die implementering van hierdie projek verwys en later in hierdie hoofstuk word 'n opmerking rakende die programmatuur wat in die projek gebruik gaan word, gemaak.

## 5.2 Leerlinge.

Die mikrorekenaar ondersteun die leerlinge en die onderwyser voortdurend met betrekking tot die kennis wat nodig is by probleemoplossing. Dit monitor die leerlinge se vordering en laat die onderwyser toe om veranderinge in die rolverdeling van onderwyser/leerling/masjien te beheer en te manipuleer. Hierdie verskeidenheid manifesteer ook in sy eenheid. Chatterton stel dit so:

*When using the micro, pupils become more independent in their approach and appear more willing and able to 'explore' alternative solutions to problems. They are far less reticent about discussing their own views and far more open in their approach to interpreting the information generated or gathered in the lesson. They view the teacher less as 'the source of all knowledge' and more nearly as a member of the group: they are more likely to respond honestly and openly to intervention by the teacher.*

(Chatterton, J.L. 1988, p. 190)

Deurdat etlike van die doelstellings, soos gestel in die sillabus vir wiskunde (1992), bereik is deur van hierdie onderrigmetode gebruik te maak (4.3.1, bl. 62), is dit die mening van die navorser dat leerlinge baat daarby vind en dat dit basiese opleiding vir toekomstige studie en loopbane verskaf.

### 5.3 Wiskunde onderwysers.

Deurdat onderwysers ondersteun word in die sistematiese aanbieding van 'n onderwerp, in volle beheer van die onderrigsituasie is en die vakinhoud op 'n interessante wyse kan aanbied, soos beskryf in 4.2 op bl. 58 en 4.3.2 op bl. 62, en veral etlike van die doelstellings, soos vervat in die sillabus vir wiskunde, bereik kan word, is dit die moeite werd om aandag aan hierdie metode van onderrig te gee.

### 5.4 Programmering.

Programmering behels die bestudering en ontwerp van doeltreffende metodes vir die oplossing van probleme op wetenskaplike en dataverwerkingsgebied vir uitvoering deur 'n rekenaar.

Dit wil op hierdie stadium voorkom asof die gebruik van outoriseringsisteme in gewildheid toeneem. Die aanleer van die gebruik van sodanige sisteme verg egter tyd en gebruiksvernuftigheid. Dit is ook duur. Die navorser wil,

soos genoem in 1.3, geensins afbreuk doen aan die gehalte van programmatuur wat beskikbaar is nie, maar wil beklemtoon dat die gebruiker daarvan moet aanpas by die styl en persoonlikheid van die programmeur. Groot leemtes bestaan steeds, aangesien lede van die onderwyserskorps nog nie aktief betrokke is by programmering regoor die kurrikulum nie.

Al is 'n mikrorekenaar fisies beskikbaar, moet dit effektief as 'n onderrighulpmiddel aangewend word. Dit kan slegs gebeur indien die onderwyser oor programmeringsvaardighede beskik. Blease druk dit so uit: *"The idea that you can sit a child at the computer with any old program and let the computer do the work is very unsatisfactory from an educational point of view."* Hierdie opmerking pas ewe goed in by die inleiding tot hierdie hoofstuk, waarin die eenheid van leerling-onderwyser-programmatuur bespreek word.

Programmeringsvaardighede aan die kant van die onderwyser hou besliste voordele in. Koste word daardeur vermindert en die onderwyser ontwikkel programmatuur om in sy eie behoeftes te voorsien. Aanvanklik is dit duur in terme van 'onderwyserstyd', maar op die ou einde is dit die moeite werd. Coleman verklaar:

*If the available software does not 'fit' into the lesson that the teacher wishes to give, then either the lesson has to be modified to accommodate the software,*

*or else academic freedom is retained and the computer is not used at all. Both seem to be educationally undesirable.*

(Coleman, M.J. 1985, p. 154)

Ramsden beklemtoon bogenoemde stelling deur te sê:

*..... mathematical programming should be a staple part of mathematics courses in the future..... if mathematics is to be taught to best advantage.*

(Ramsden, E. 1984, Microcomputers in Education 2.)

Volgens bogenoemde stellings mag dit aanvanklik voorkom asof die onderwyser 'n bykomende las op homself moet plaas. Papert (1978) plaas die bewerings in perspektief deur te sê: "..... consider programming as talking to a computer in its language. Kids have no trouble to talk to people."

Laasgenoemde bevestig die navorser se ondervinding wat betref die gesindheid wat kollegas jeens die mikrorekenaar openbaar. 'n 'Vrees' vir die gebruik van die rekenaar bestaan en die meeste onderwysers probeer om nie by die mikrorekenaar betrokke te raak nie. Kinders, daarenteen, is uiters gretig om met 'n mikrorekenaar te kan werk.

Stoker en Robertson (1989) het 'n projek in swart primêre skole geloods om leerlinge met aspekte van die opvoedkundige potensiaal van mikrorekenaars bekend te stel. Hulle

het bevind dat *"The teachers all commented on the alacrity and speed with which their pupils took to the computer during their brief initial exposure to it."*

Oldknow en Smith brei uit oor die feit dat baie leerlinge in Engeland mikrorekenaars tuis het en beweer:

*Many pupils now have access to a computer. Thus teachers may well be seen to have an added professional responsibility to encourage pupils in the pursuit of applications through which the need for some mathematical technique or other may well be promoted.*

(Oldknow,A. and Smith,D. 1983, p. 144)

Hulle meen ook:

*.. that it is now at least as important for a practising mathematician to be able to program a (micro)computer as, say, to be able to use a calculator or a set of drawing instruments. In this context alone there is an onus on the teacher of mathematics to provide opportunities to illustrate this form of mathematical activity.*

(Oldknow,A. and Smith,D. 1983, p. 132)

Deurdat die navorser self die programme daagliks ontwikkel, is dit kort en dek dit klein gedeeltes van die leerplan. Dit is uitdagend en wys soms aspekte uit wat meer aandag behoort te geniet, eerder as om dit as vanself-

sprekend te aanvaar - 'n fout wat veral ervare onderwysers soms begaan.

Oldknow en Smith praat ook van " .... *the value of short programs.*" en meen dat:

*If a teacher of mathematics is able to control a computer to tackle problems, he or she also has the necessary skills to be able to exploit the power of the micro as an aid to mathematics learning inside and outside the classroom.*

(Oldknow, A. and Smith, D. 1983, p. 135)

Vereistes ten opsigte van programmering sal in die toekoms aan onderwysers gestel word. Dit sal met verloop van tyd ongetwyfeld op die leerling oorgedra word en programmering sal 'n deel uitmaak van die sillabus.

Johnson en Anderson (1985) voer aan: "*There is a growing support for the inclusion of mathematical programming in secondary mathematics.*"

As Graf (1985) die rol van onderwysers bespreek, noem hy onder andere dat "*Student teachers must be taught programming and algorithmic thinking as new 'skills'.*"

Uit bogenoemde mag dit voorkom of die onderwyser by implikasie 'n outoriteit op die gebied van programmering

moet wees. Dit is hoegenaamd nie die bedoeling nie.

Benn stel dit soos volg:

*In order for the software problem to be adressed effectively in the near future, teachers will have to consider writing their own software if they cannot find a package which can be adapted to suit their needs. This does not imply that teachers will have to study formal programming skills, although such training will be valuable. It is possible to develop software for educational use without being a skillful programmer.*

(Benn, K.R.A. 1989, p. 9)

Dieselfde standpunt word deur Fritz gehuldig. Hy beweer:

*This is a controversial area. Some people maintain that it isn't necessary for everyone to learn to program, since only a small percentage of people will be involved in actual programming. This can be easily debated. While the premise is true, our educational system is supposed to be more than just a training program, it is meant to educate. We teach many things that are not going to be directly used by every student, but still have skill value. The fact is that there is no better way to understand how a computer does its job than to have to develop the logic to solve a small problem and then complete the translation into a computer program that will successfully solve the problem. As well, the logic and problem solving skills learned are invaluable.*

(Fritz, J.M. 1985, p. 707)

Fritz som soos volg op: *"Both educators and the general public have recognized the need for the introduction of computer skills into the education system."*

Die gevolgtrekking waartoe die navorser kom, bevat elemente van elk van twee situasies wat Woodhouse en Jones (1988) in die praktyk teëkom. Hier volg 'n beskrywing van die twee situasies:

(a) Afsonderlike programmeur en onderwyser.

Die grootste beswaar teen hierdie idee, ook volgens Woodhouse en Jones, is dat skole dit moeilik sal kan bekostig om 'n programmeur aan te stel. Die positiewe stel hulle egter so:

*One advantage of having programmers and teachers in the curriculum development team is that they can quickly implement either a section of the material requested, or a first approximation to it (a prototype). Other advantages are that the teachers have access to students who can test the successive prototypes, and that a permanent curriculum development group can embark on long term commitments.*

(Woodhouse, D. and Jones, A.J. 1988, p. 384)

Hoffman en Skidmore ondersteun hierdie gedagte soos volg:

*It is highly unlikely that the combined expertise of individual team members could ever be found*

*in one person. Therefore I do not think that the development of good, educationally sound courseware should ever be the sole responsibility of either a programmer or a teacher. Teachers should concentrate on teaching and, in the case of computer-based courseware, on the design aspect of the materials. Programmers should concentrate on programming and on using the power and facilities of the particular computer to implement the educational design provided by the educators.*

(Hoffman, N. and Skidmore, P. 1985, p. 114)

(b) Onderwyser-programmeur.

Indien die funksie van onderwyser en programmeur nie geskei word nie, sê Woodhouse en Jones:

*This approach sometimes fails to produce the expected results, as the teacher seconded to programming can quickly begin to respond more readily to programming imperatives than to educational ones, and can get out of touch with the realities of classroom teaching and organisation.*

(Woodhouse, D. and Jones, A.J. 1988 p. 384)

Die navorser is van mening dat die goue middeweg hier gevolg moet word. 'n Personeellid wat steeds aktief in die klaskamer betrokke is, ontwikkel die nodige opvoedkundige programmatuur. In Die Unie (1989) bespreek die navorser hierdie aangeleentheid en stel voor dat onderwysers op 'n indirekte wyse vergoed word, naamlik (i) deur minder vak-

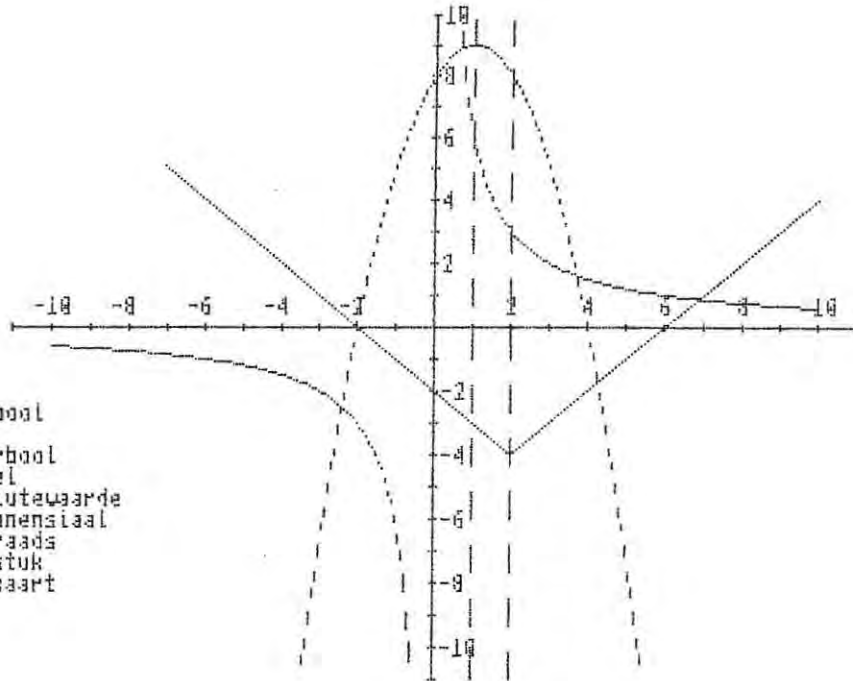
groepe aan sodanige onderwyser toe te ken, wat daarop neerkom dat meer 'vry periodes' beskikbaar is om die nodige programmatuur te ontwikkel en (ii) sodanige onderwysers vry te stel van buitemuurse verpligtinge.

In die bekendstelling van die RISK-projek deur die Kaaplandse Onderwysdepartement, soos genoem in Hoofstuk 1 en ook aan die begin van hierdie hoofstuk, word ongelukkig baie min van programmatuur melding gemaak, behalwe dat die Nasionale Filmoteek die ontwikkeling, aankope en verspreiding daarvan sal hanteer.

oooooooooooo

Bylae

1 Skermvoorbeeld van gekombineerde algebraïese grafieke.

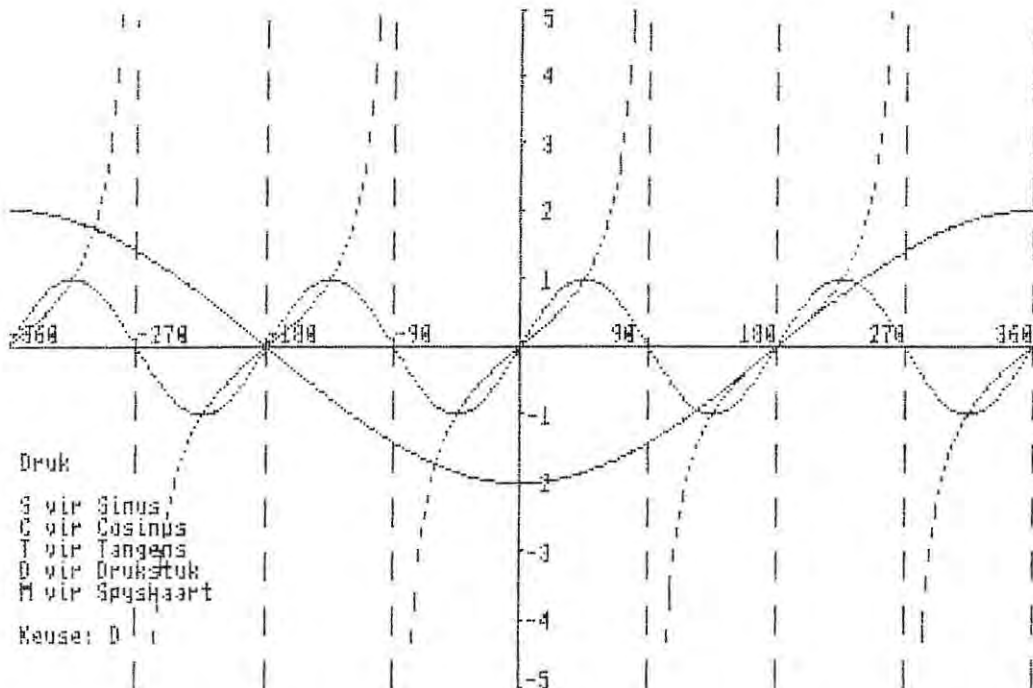


Druk

- P vir Parabool
- L vir Lyn
- H vir Hiperbool
- S vir Sirkel
- A vir Absolutewaarde
- E vir Eksponensiaal
- 3 vir 3e Graads
- D vir Drukstuk
- M vir Spyskaart

Keuse: D

2 Skermvoorbeeld van gekombineerde trigonometriese grafieke.

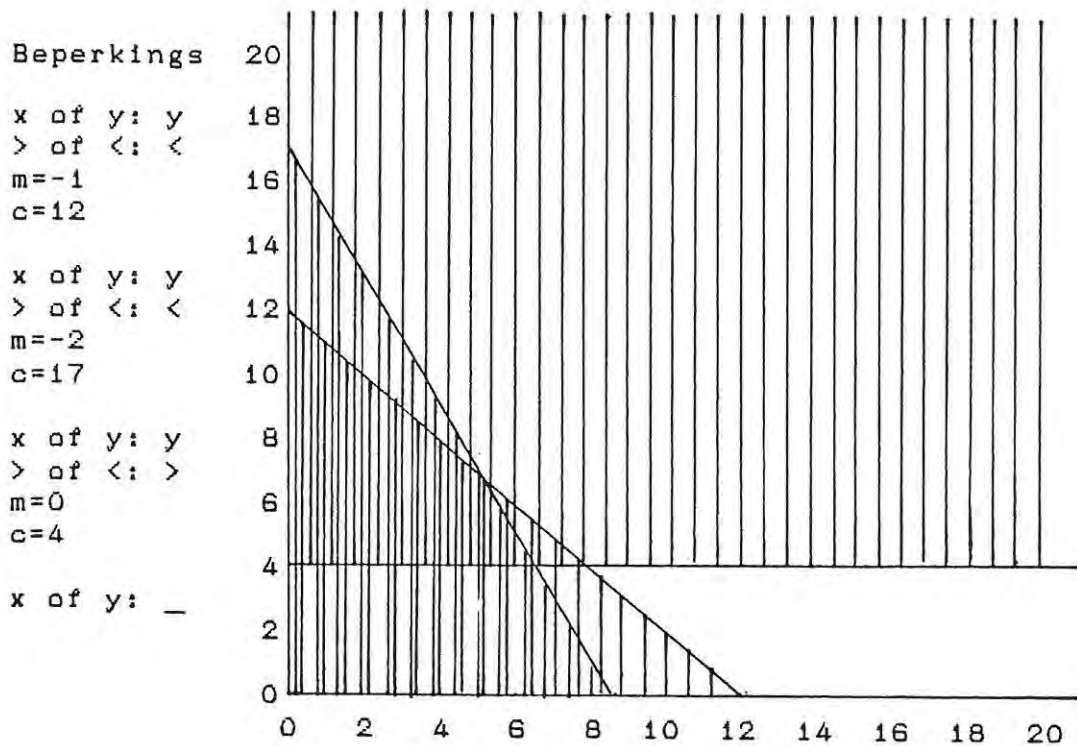


Druk

- S vir Sinus
- C vir Cosinus
- T vir Tangens
- D vir Drukstuk
- M vir Spyskaart

Keuse: D

3 Skermvoorbeeld van die oplossing van 'n liniere programmeringsprobleem.



4 SPYSKAART

10 MODE1:P.:COLOUR1:P."GRAFIEKE, 2E GRAADS VGLS EN -ONGE  
LYKHEDE":P."===== "  
P.:COLOUR2:P."Algebraise Grafieke.....  
1"  
20 P.:COLOUR3:P."Trigonometriese Grafieke.....  
2":P.:COLOUR2:P."Oplos van kwadratiese vergelykings..  
...3":P.:COLOUR3:P."Oplos van kwadratiese ongelykhede  
.....4":P.  
25 COLOUR1:P."Liniere programmering.....5":  
P.  
30 COLOUR2:P."Help.....6":  
P.:COLOUR3:P."Totsiens.....  
7":P.:COLOUR1:P.:INPUT"Keuse.....  
....."K\$

```
40 IFK#="1"THENGOELSEIFK#="2"THENCHAIN"TRIG"ELSEIFK#="3"
  THENCHAIN"KVGLS"ELSEIFK#="4"THENCHAIN"KONG"ELSEIFK#="
  5"THENCHAIN"LIN"ELSEIFK#="6"THEN50ELSE10
50 MODE1:COLOUR2:P.'''':P.;TAB(6);"Probeer opsies 1
  , 2, 3, 4 of 5";P.'''':INPUT;TAB(8);"Druk RETURN vir S
  pyskaart"qq:GOTO10
```

## 5 PROGRAMME

Vir die programme van die lyn tot die derdegraadsfunksie is die programlyne 60 tot 110 standaard. Dit teken die assekruis met skaal.

```
60 @%=10:MODE0:PLOT69,182,530:DRAW1238,530:PLOT69,711,0:
  DRAW711,1010:N=1:Y=-1.5:Z=11
70 FOR X=1010 TO 2 STEP -48:PLOT69,707,X:DRAW714,X:IF Z=
  0 THEN Y=Y+1.5:Z=Z-1:N=N+1:ELSE IF N/2=INT(N/2) THEN
  P.;TAB(45,Y);Z:Y=Y+1.5:Z=Z-1:N=N+1:ELSE Y=Y+1.5:Z=Z-1
  :N=N+1
80 NEXT
90 N=1:Y=10:Z=-11
100 FOR X=183 TO 1287 STEP 48:PLOT69,X,527:DRAWX,533:IF Z
  =12 THEN 60 ELSE IF Z=0 THEN Y=Y+4:Z=Z+1:N=N+1:ELSE I
  F N/2=INT(N/2) THEN P.;TAB(Y,14);Z:Y=Y+3:Z=Z+1:N=N+1:
  ELSE Y=Y+3:Z=Z+1:N=N+1
110 NEXT
```

(a) Die lyn:  $y = mx + c$

SAVE"Lyn"

```
120 P.;TAB(0,1);"Lyn:  $y = mx + c$ ":P.;TAB(0,2);"====="
  =====":P.:INPUT"m="m,"c="c:P.:IF m=0 THEN 80 ELSE P."
  X: (";-c/m;"0)"
130 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:y=m*x+c:Y=m*(x+.05)+c:IF Y<-
  11 OR Y>11 THEN 150
140 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
150 NEXT:GOTO 120
```

(b) Die parabool:  $y = ax^2 + bx + c$

SAVE"Parabool"

```
120 P.;TAB(0,1);"Parabool":P."=====":P.:INPUT"a="a,"b="
    "b,"c="c:IF a=0 THEN P.:P."Hierdie is 'n lyn":P.:P."y
    =bx+c":GOTO 130
130 m=-b/2/a:n=(4*a*c-b*b)/4/a:z=b*b-4*a*c:P.:P."Draaipun
    t: ";(";"m;";"n;"):IF z<0 THEN 140 ELSE IF z=0 THEN
    150 ELSE IF z>0 THEN 160
140 P.:P."Geen X-afsnit":GOTO 170
150 P.:P."Slegs een x, nl. (";"m;"0)":GOTO 170
160 P.:P."X: (";(-b-SQR(z))/2/a;"0) en(";"(-b+SQR(z))/2/a
    ;"0)"
170 FOR s=0 TO 980 STEP 80:PLOT69,m*48+711,s:DRAWm*48+711
    ,s+40:NEXT s
180 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:y=a*x^2+b*x+c:Y=a*(x+.05)^2+
    b*(x+.05)+c:IF Y<-11 OR Y>11 THEN 210
190 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
200 NEXT
210 GOTO 120
```

(c) Die hiperbool:  $xy = k$

SAVE"Hiperbool"

```
120 P.;TAB(0,1);"Hiperbool: xy=k":P."=====":P.:
    INPUT"k="k
130 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:IF x=0 THEN 160
140 y=k/x:Y=k/(x+.05):IF Y<-11 OR Y>11 THEN 160
150 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
160 NEXT
170 GOTO 120
```

(d) Die sirkel:  $x^2 + y^2 = r^2$

SAVE"Sirkel"

```
120 P.;TAB(0,1);"Sirkel":P.;TAB(0,2);"=====":P.:INPUT"r="
    "r
130 FOR x=-r TO r-.05 STEP .05:y=SQR(r^2-x^2):Y=SQR(r^2-(
    x+.05)^2):PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711
    ,48*Y+530:NEXT
140 DRAW48*r+711,530
150 FOR x=r-.05 TO -r STEP -.05:y=-SQR(r^2-x^2):Y=-SQR(r^
    2-(x+.05)^2):PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+
    711,48*Y+530:NEXT
```

```
160 DRAW-48*r+711,530
170 GOTO 120
```

(e) Die absolute waardefunksie:  $y = a/bx + c/ + d$

SAVE"ABS"

```
120 P.;TAB(0,1);"Absolutewaarde":P.;TAB(0,2);"====="
====":P."y=a/bx+c/d":P.:INPUT"a="a,"b="b,"c="c,"d="d:
P.:P."Knakpunt: ";"(";-c/b;"";d;"")"
130 IF -d/a<0 THEN P.:P."Geen X-afsnit":GOTO 140:ELSE IF-
d/a=0 THEN P.:P."Slegs een X, nl. (";-c/b;"";0)":GOTO1
40:ELSE IF -d/a>0 THEN P.:P."X: (";(-d-a*c)/a/b;"";0)
en (";(d-a*c)/a/b;"";0)"
140 FOR s=0 TO 980 STEP 80:PLOT69,-c/b*48+711,s:DRAW-c/b*
48+711,s+40:NEXT s
150 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:y=a*ABS(b*x+c)+d:Y=a*ABS(b*(
x+.05)+c)+d:IF Y<-11 OR Y>11 THEN 170
160 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
170 NEXT
180 GOTO 120
```

(f) Eksponensiaal- en logaritmiese funksies.

SAVE"EKSLOG"

```
120 P.;TAB(0,1);"Eksponensiaal + Log":P.;TAB(0,2);"====="
====":P.:INPUT"a="a:IFa=1THENP."Hierdie is '
n lyn":GOTO 120
130 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:y=a^x:Y=a^(x+.05):IF Y<-11 O
R Y>11 THEN 150
140 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
150 NEXT
160 FOR x=.05 TO 10 STEP .05:y=LOG(x)/LOG(a):Y=LOG(x+.05)
/LOG(a):IF Y<-11 OR Y<11 THEN 180
170 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
180 NEXT
190 PLOT69,231,50:DRAW1191,1010:GOTO 120
```

(g) Die derdegraadsfunksie:  $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$

SAVE"Derde"

```
120 P.;TAB(0,1);"3e Graads funksie":P.;TAB(0,2);"====="
====":P.:INPUT"a="a,"b="b,"c="c,"d="d
```

```
130 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:y=a*x^3+b*x^2+c*x+d:Y=a*(x+.
    05)^3+b*(x+.05)^2+c*(x+.05)+d:IF Y<-11 OR Y>11 THEN 1
    50
140 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
150 NEXT
160 GOTO 120
```

(h) Kombinasie van (a) tot (g)

```
10 MODE1:P.:COLOUR1:P."GRAFIEKE, 2E GRAADS VGLS EN -ONGE
    LYKHEDE":P."=====
    P.:COLOUR2:P."Algebraise Grafieke.....
    1"
20 P.:COLOUR3:P."Trigonometriese Grafieke.....
    2":P.:COLOUR2:P."Oplos van kwadratiese vergelykings..
    ...3":P.:COLOUR3:P."Oplos van kwadratiese ongelykhede
    .....4":P.
25 COLOUR1:P."Liniere programmering.....5":
    P.
30 COLOUR2:P."Help.....6":
    P.:COLOUR3:P."Totsiens.....
    7":P.:COLOUR1:P.:INPUT"Keuse.....
    .....K$
40 IFK#="1"THENGOELSEIFK#="2"THENCHAIN"TRIG"ELSEIFK#="3"
    THENCHAIN"KVGLS"ELSEIFK#="4"THENCHAIN"KONG"ELSEIFK#="
    5"THENCHAIN"LIN"ELSEIFK#="6"THEN5OELSE10
50 MODE1:COLOUR2:P.'''''''':P.;TAB(11);"Lekker dag vir
    jou":END
60 MODE1:COLOUR2:P.'''''''':P.;TAB(6);"Probeer opsies 1
    , 2, 3, 4, 5 of 6":P.'':INPUT;TAB(8);"Druk RETURN vi
    r spyskaart"qq:GOTO 10
70 @%=10:MODE0:PLOT69,182,530:DRAW1238,530:PLOT69,711,0:
    DRAW711,1010:N=1:Y=-1.5:Z=11
80 FOR X=1010 TO 2 STEP -48:PLOT69,707,X:DRAW714,X:IF Z=
    0 THEN Y=Y+1.5:Z=Z-1:N=N+1:ELSE IF N/2=INT(N/2) THEN
    P.;TAB(45,Y);Z=Y+1.5:Z=Z-1:N=N+1:ELSE Y=Y+1.5:Z=Z-1
    :N=N+1
90 NEXT
100 N=1:Y=10:Z=-11
110 FOR X=183 TO 1287 STEP 48:PLOT69,X,527:DRAWX,533:IF Z
    =12 THEN 60 ELSE IF Z=0 THEN Y=Y+4:Z=Z+1:N=N+1:ELSE I
    F N/2=INT(N/2) THEN P.;TAB(Y,14);Z=Y+3:Z=Z+1:N=N+1:
    ELSE Y=Y+3:Z=Z+1:N=N+1
120 NEXT
130 @%=&20106:P.;TAB(0,17);"DRUK"
140 P.:P."P vir Parabool":P."L vir Lyn":P."H vir Hiperboo
    l":P."S vir Sirkel":P."A vir Absolutewaarde":P."E vir
    Eksponensiaal":P."3 vir 3e graads":P."D vir Drukstuk"
    :P."M vir Spyskaart"
150 P.;TAB(7,29);" ":P.:INPUT;TAB(0,29);"Keuse: "Q$
160 FOR x=1 TO 13:P.;TAB(0,X);" "":N
    EXT
```

```
170 IF Q#="P" THEN 220 ELSE IF Q#="L" THEN 180 ELSE IF Q#
="H" THEN 330 ELSE IF Q#="S" THEN 390 ELSE IF Q#="A"
THEN 450 ELSE IF Q#="E" THEN 520 ELSE IF Q#="3" THEN
600 ELSE IF Q#="D" THEN 650 ELSE IF Q#="M" THEN 10 EL
SE 70
180 P.;TAB(0,1);"Lyn: y = mx + c":P.;TAB(0,2);"====="
====":P.:INPUT"m="m,"c="c:P.:IF m=0 THEN 80 ELSE P."
X: (";-c/m;"0)"
190 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:y=m*x+c:Y=m*(x+.05)+c:IF Y<-
11 OR Y>11 THEN 210
200 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
210 NEXT
220 GOTO 150
230 P.;TAB(0,1);"Parabool":P."=====":P.:INPUT"a="a,"b=
"b,"c="c:IF a=0 THEN P.:P."Hierdie is 'n lyn":P.:P."y
=bx+c":GOTO 290
240 m=-b/2/a:n=(4*a*c-b*b)/4/a:z=b*b-4*a*c:P.:P."Draaipun
t: ";"("m;"n");IF z<0 THEN 250 ELSE IF z=0 THEN
260 ELSE IF z>0 THEN 270
250 P.:P."Geen X-afsnit":GOTO 280
260 P.:P."Slegs een x, nl. ("m;"0)":GOTO 280
270 P.:P."X: ("(-b-SQR(z))/2/a;"0) en("(-b+SQR(z))/2/a
;"0)"
280 FOR s=0 TO 980 STEP 80:PLOT69,m*48+711,s:DRAWm*48+711
,s+40:NEXT s
290 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:y=a*x^2+b*x+c:Y=a*(x+.05)^2+
b*(x+.05)+c:IF Y<-11 OR Y>11 THEN 310
300 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
310 NEXT
320 GOTO 150
330 P.;TAB(0,1);"Hiperbool: xy=k":P."=====":P.:
INPUT"k="k
340 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:IF x=0 THEN 370
350 y=k/x:Y=k/(x+.05):IF Y<-11 OR Y>11 THEN 370
360 PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711,48*Y+530
370 NEXT
380 GOTO 150
390 P.;TAB(0,1);"Sirkel":P.;TAB(0,2);"=====":P.:INPUT"r="
"r
400 FOR x=-r TO r-.05 STEP .05:y=SQR(r^2-x^2):Y=SQR(r^2-(
x+.05)^2):PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+711
,48*Y+530:NEXT
410 DRAW48*r+711,530
420 FOR x=r-.05 TO -r STEP -.05:y=-SQR(r^2-x^2):Y=-SQR(r^
2-(x+.05)^2):PLOT69,48*x+711,48*y+530:DRAW48*(x+.05)+
711,48*Y+530:NEXT
430 DRAW-48*r+711,530
440 GOTO 150
450 P.;TAB(0,1);"Absolutewaarde":P.;TAB(0,2);"====="
====":P."y=a/bx+c/+d":P.:INPUT"a="a,"b="b,"c="c,"d="d:
P.:P."Knakpunt: ";"(";-c/b;"d;")"
```

```
460 IF -d/a<0 THEN P.:P."Geen X-afsnit":GOTO 470:ELSE IF-
d/a=0 THEN P.:P."Slegs een X, nl. (-c/b;";0)":GOTO1
40:ELSE IF -d/a>0 THEN P.:P."X: (-d-a*c)/a/b;";0)
en (-d-a*c)/a/b;";0)"
470 FOR s=0 TO 980 STEP 80: PLOT69, -c/b*48+711, s: DRAW-c/b*
48+711, s+40: NEXT s
480 FOR x=-10 TO 10 STEP .05: y=a*ABS(b*x+c)+d: Y=a*ABS(b*(
x+.05)+c)+d: IF Y<-11 OR Y>11 THEN 500
490 PLOT69, 48*x+711, 48*y+530: DRAW48*(x+.05)+711, 48*Y+530
500 NEXT
510 GOTO 150
520 P.;TAB(0,1);"Eksponensiaal + Log":P.;TAB(0,2);"====
=====":P.:INPUT"a="a:IFa=1THENP."Hierdie is '
n lyn":GOTO 150
530 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:y=a^x:Y=a^(x+.05):IF Y<-11 O
R Y>11 THEN 550
540 PLOT69, 48*x+711, 48*y+530: DRAW48*(x+.05)+711, 48*Y+530
550 NEXT
560 FOR x=.05 TO 10 STEP .05:y=LOG(x)/LOG(a):Y=LOG(x+.05)
/LOG(a):IF Y<-11 OR Y<11 THEN 580
570 PLOT69, 48*x+711, 48*y+530: DRAW48*(x+.05)+711, 48*Y+530
580 NEXT
590 PLOT69, 231, 50: DRAW1191, 1010: GOTO 150
600 P.;TAB(0,1);"3e Graads funksie":P.;TAB(0,2);"====
=====":P.:INPUT"a="a,"b="b,"c="c,"d="d
610 FOR x=-10 TO 10 STEP .05:y=a*x^3+b*x^2+c*x+d:Y=a*(x+.
05)^3+b*(x+.05)^2+c*(x+.05)+d:IF Y<-11 OR Y>11 THEN 1
50
620 PLOT69, 48*x+711, 48*y+530: DRAW48*(x+.05)+711, 48*Y+530
630 NEXT
640 GOTO 150
650 FOR Y%=1023 TO 1279 STEP 4
660 VDU2, 1, 27, 1, 65, 1, 8, 1, 27, 1, 75, 1, 64, 1, 1
670 FOR X%=3 TO 1279 STEP 4
680 C%=0: FOR W%=0 TO 7
690 IF POINT(X%, Y%-W%*4), .0 C%=C%+2^(7-W%)
700 NEXT: VDU1, C%: NEXT: VDU1, 13: NEXT: VDU3
710 GOTO 150
```

(i) Die Sinusfunksie:  $y = \text{asin}(bx + c) + d$

Lyne 10 tot 80 is standaard vir die drie trigonometriese funksies.

```
10 @%=10:MODE0:PLOT69,0,510:DRAW1279,510:PLOT69,639.5,0:
DRAW639.5,1020
20 FORm=0TO980STEP80:FORn=0TO1279STEP159.875:PLOT69,n,m:
DRAWn,m+40:NEXTn:NEXTm
30 z=5
```

```
40 FORX=1020T00STEP-102: PLOT69,636,X: DRAW642,X: IFZ=5 THEN
VDU5: MOVE520,X: P.Z: VDU4: Z=Z-1: ELSE IFZ=0 THEN Z=Z-1: GOTO
50: ELSE IFZ=-5 THEN VDU5: MOVE520,X+25: P.Z: VDU4: Z=Z-1: EL
EVDU5: MOVE520,X+10: P.Z: VDU4: Z=Z-1
50 NEXT
60 Y=0
70 FORX=-360T0360STEP90: IFX=0 THEN Y=Y+7 ELSE P.; TAB(Y,15); X
: Y=Y+10
80 NEXT

90 P.; TAB(0,1); "y = asin(bx + c) + d": P.; TAB(0,2); "====
=====": P.: INPUT "a="a,"b="b,"c="c,"d="d: f=a*
SIN(b*RAD(0)+RAD(c))+d: PLOT69,0,102*f+110
100 FORx=1T0720: g=a*SIN(b*RAD(x)+RAD(c))+d: DRAW1279*x/720
,102*g+510: NEXTx
110 GOTO 90
```

(j) Die Kosinusfunctie:  $y = \text{acos}(bx + c) + d$

```
90 P.; TAB(0,1); "y = acos(bx + c) + d": P.; TAB(0,2); "====
=====": P.: INPUT "a="a,"b="b,"c="c,"d="d: f=a*
COS(b*RAD(0)+RAD(c))+d: PLOT69,0,102*f+110
100 FORx=1T0720: g=a*COS(b*RAD(x)+RAD(c))+d: DRAW1279*x/720
,102*g+510: NEXTx
110 GOTO 90
```

(k) Die Tangensfunctie:  $y = \text{atan}(bx + c) + d$

```
90 P.; TAB(0,1); "y = atan(bx + c) + d": P.; TAB(0,2); "====
=====": P.: INPUT "a="a,"b="b,"c="c,"d="d: f=a*
TAN(b*RAD(0)+RAD(c))+d: PLOT69,0,102*f+110
100 FORx=1T0720: g=a*TAN(b*RAD(x)+RAD(c))+d: DRAW1279*x/720
,102*g+510: NEXTx
110 GOTO 90
```

(l) Kombinasie van (i) tot (k)

```
10 @%=10: MODE0: PLOT69,0,510: DRAW1279,510: PLOT69,639.5,0:
DRAW639.5,1020
20 FORm=0T0980STEP80: FORn=0T01279STEP159.875: PLOT69,n,m:
DRAWn,m+40: NEXTn: NEXTm
30 z=5
40 FORX=1020T00STEP-102: PLOT69,636,X: DRAW642,X: IFZ=5 THEN
VDU5: MOVE520,X: P.Z: VDU4: Z=Z-1: ELSE IFZ=0 THEN Z=Z-1: GOTO
50: ELSE IFZ=-5 THEN VDU5: MOVE520,X+25: P.Z: VDU4: Z=Z-1: EL
EVDU5: MOVE520,X+10: P.Z: VDU4: Z=Z-1
50 NEXT
60 Y=0
```

```
70 FORX=-360TO360STEP90:IFX=0THENY=Y+7ELSEP.;TAB(Y,15);X
:Y=Y+10
80 NEXT
90 P.;TAB(0,21);"Druk":P.:P." S vir Sinus";P." C vir Cos
inus";P." T vir Tangens";P." D vir Drukstuk";P." M vi
r Spyskaart"
100 P.;TAB(7,29);" ":P.:INPUT;TAB(0,29);" Keuse: "Q#:P.;
TAB(0,1);" " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
":P.:P." " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
110 IFQ#="S"THEN120ELSEIFQ#="C"THEN150ELSEIFQ#="T"THEN180
ELSEIFQ#="D"THEN220ELSEIFQ#="M"THENCHAIN"GRAFIEK"ELSE
10
120 P.;TAB(0,1);"y = asin(bx + c) + d";P.;TAB(0,2);"====
=====":P.:INPUT"a="a,"b="b,"c="c,"d="d:f=a*
SIN(b*RAD(0)+RAD(c))+d:PL0T69,0,102*f+110
130 FORx=1TO720:g=a*SIN(b*RAD(x)+RAD(c))+d:DRAW1279*x/720
,102*g+510:NEXTx
140 GOTO 100
150 P.;TAB(0,1);"y = acos(bx + c) + d";P.;TAB(0,2);"====
=====":P.:INPUT"a="a,"b="b,"c="c,"d="d:f=a*
COS(b*RAD(0)+RAD(c))+d:PL0T69,0,102*f+110
160 FORx=1TO720:g=a*COS(b*RAD(x)+RAD(c))+d:DRAW1279*x/720
,102*g+510:NEXTx
170 GOTO 100
180 P.;TAB(0,1);"y = atan(bx + c) + d";P.;TAB(0,2);"====
=====":P.:INPUT"a="a,"b="b,"c="c,"d="d:f=a*
TAN(b*RAD(0)+RAD(c))+d:PL0T69,0,102*f+110
190 FORx=1TO720:g=a*TAN(b*RAD(x)+RAD(c))+d:DRAW1279*x/720
,102*g+510
200 NEXT
210 GOTO 100
220 FORY%=1023TO1279STEP4
230 VDU2,1,27,1,65,1,8,1,27,1,75,1,64,1,1
240 FORX%=3TO1279STEP4
250 C%=0:FORW%=0TO7
260 IF POINT(X%,Y%-W%*4),.0 C%=C%+2^(7-W%)
270 NEXT:VDU1,C%:NEXT:VDU1,13:NEXT:VDU3
280 GOTO 100
```

(m) Oplossing van kwadratiese vergelykings

SAVE"KVGLS"

```
10 MODE 0:PL0T69,640,500:DRAW640,1020:DRAW1275,1020:DRAW
1275,500:DRAW640,500:PL0T69,955,515:DRAW955,1015:PL0T
69,645,760:DRAW1270,760
20 PL0T69,950,1010:DRAW960,1010:PL0T69,950,960:DRAW960,9
60:PL0T69,950,910:DRAW960,710:PL0T69,950,660:DRAW960,
660:PL0T69,950,610:DRAW960,610
30 PL0T69,950,560:DRAW960,560:PL0T69,950,510:DRAW960,510
```

```
40 PLOT69,705,755:DRAW705,765:PLOT69,755,755:DRAW755,765
   :PLOT69,805,755:DRAW805,765:PLOT69,855,755:DRAW855,76
   5:PLOT69,905,755:DRAW905,765:PLOT69,1005,755:DRAW1005
   ,765:PLOT69,1055,755:DRAW1055,765:PLOT69,1105,755:DRA
   W1105,765
50 PLOT69,1155,755:DRAW1155,765:PLOT69,1205,755:DRAW1205
   ,765:P.;TAB(74,7);"10":P.;TAB(42,7);"-10":P.;TAB(60,0
   );"10":P.;TAB(60,16);"-10"
60 P.;TAB(0,0);"Oplossing van KWADRATIESE vgl's":P."====
   =====":P.:P."A. Eerste TWEE stapp
   e":P."-----":P.:P." 1. Verwyder d
   ie breuke.":P." 2. Verwyder die hakkies."
70 P.:P." (Om a, b en c se waardes te kry!)"
80 P.:P."B. Metodes van oplossing":P."-----
   -----":P." 1. Faktore.":P." 2. Voltooiing van di
   e vierkant.":P." (Slegs as dit gevra is!):P."
   3. Formule."
90 P.:P."C. a, b en c se waardes":P."-----
   -----":INPUT" a="a:INPUT" b="b:INPUT"
   c="c
100 P.;TAB(0,23);"D. Los nou op. (Wortels tot 2 des. indi
   en irras. of gee 111 indien nie-reel.)":P."-----
   ----":P.:INPUT"E. Wat kry jy die wortels?":w1:IF w1=
   111 THEN P.:GOTO 110:ELSE INPUT;TAB(25);"en "w2
110 IF b^2-4*a*c<0 THEN W1=111 ELSE 130
120 IF w1=W1 THEN 170 ELSE 160
130 W1=INT((-1*b-SQR(b^2-4*a*c))/2/a*100+.5)/100:W2=INT((
   -1*b+SQR(b^2-4*a*c))/2/a*100+.5)/100
140 IF w1=W1 AND w2=W2 THEN 170
150 IF w1=w2 AND w2=W1 THEN 170
160 P.:P."Ek stem nie saam nie! Bepaal weer die wortels."
   :P.;TAB(28,26);" ":P.;TAB(25,27);"
   ":GOTO 100
170 P.:P."Jy is briljant! Kyk nou na die x-waardes op die
   grafiek waar y=0."
180 FOR x=-10 TO 10 STEP .05
190 y=a*x^2+b*x+c:Y=A*(x+.05)^2+b*(x+.05)+c:IF y>10 OR y
   <-10 THEN 210
200 PLOT69,25*x+955,25*y+760:DRAW25*(x+.05)+955,25*Y+760
210 NEXT
220 P.:INPUT"Nog 'n vergelyking? (J/N): "JN$:IF JN$="J"
   OR JN$="j" THEN 10 ELSE CHAIN"GRAFIEK"
```

(n) Oplossing van kwadratiese ongelykhede

SAVE"KONG"

```
10 MODE 0:PLOT69,640,500:DRAW640,1020:DRAW1275,1020:DRAW
   1275,500:DRAW640,500:PLOT69,955,515:DRAW955,1015:PLOT
   69,645,760:DRAW1270,760
```

```
20 PLOT69,950,1010:DRAW960,1010:PLOT69,950,960:DRAW960,9
60:PLOT69,950,910:DRAW960,910:PLOT69,950,860:DRAW960,
860:PLOT69,950,810:DRAW960,810:PLOT69,950,710:DRAW960
,710:PLOT69,950,660:DRAW960,660:PLOT69,950,610:DRAW96
0,610
30 PLOT69,950,560:DRAW960,560:PLOT69,950,510:DRAW960,510
40 PLOT69,705,755:DRAW705,765:PLOT69,755,755:DRAW755,765
:PLOT69,805,755:DRAW805,765:PLOT69,855,755:DRAW855,76
5:PLOT69,905,755:DRAW905,765:PLOT69,1005,755:DRAW1005
,765:PLOT69,1055,755:DRAW1055,765:PLOT69,1105,755:DRA
W1105,765
50 PLOT69,1155,755:DRAW1155,765:PLOT69,1205,755:DRAW1205
,765:P.;TAB(74,7);"10":P.;TAB(42,7);"-10":P.;TAB(60,0
);"10":P.;TAB(60,16);"-10"
60 P.;TAB(0,0);"Oplossing van KWADRATIESE ongelykhede.":
P."=====":P.:P."A. S
tappe:"P."-----":P.:P." 1. Al die terme links
.P.:P." 2. a, b en c se waardes:"
70 P.:P." L.W. kry a>0"
80 P.:INPUT" a="a:INPUT" b="b:INPUT" c="c
:P.:P." 3. Bepaal die nulpunte soos volg:"P.:P."
(a) Faktore (Ras. nulpunte) of"P.:P." (b) F
ormule (Irras. nulpunte)"
90 P.;TAB(0,24);"-----":INPUT;TAB(0,
23)"B. >0 of <0 (Gee > of <): "A$
100 P.;TAB(0,27);"-----"
110 INPUT;TAB(0,26);"C. Wat kry jy die nulpunte? (Tot 2 d
es. as irras. of 111 as nie-reel): "w1:IF w1=111 THEN
P.:GOTO 120:ELSE INPUT;TAB(68,27);"en "w2
120 IF b^2-4*a*c<0 THEN W1=111 ELSE 140
130 IF w1=W1 THEN 190 ELSE 170
140 W1=INT((-1*b-SQR(b^2-4*a*c))/2/a*100+.5)/100:W2=INT((
-1*b+SQR(b^2-4*a*c))/2/a*100+.5)/100
150 IF w1=W1 AND w2=W2 THEN 180
160 IF w1=w2 AND w2=W1 THEN 180
170 P.:P."Ek stem nie saam nie! Bepaal weer die nulpunte.
":P.;TAB(68,26);" ":P.;TAB(65,27);"
":GOTO 110
180 P.:P."Jy is briljant! Die beklemtoonde lyn op die X-a
s gee die oplossing vir x.":GOTO 200
190 P.:P."Jy is briljant! Geen waarde vir x bevredig hier
die ongelykheid nie!"
200 FOR x=-10 TO 10 STEP .05
210 y=a*x^2+b*x+c:Y=A*(x+.05)^2+b*(x+.05)+c:IF y>10 OR y
<-10 THEN 230
220 PLOT69,25*x+955,25*y+760:DRAW25*(x+.05)+955,25*Y+760
230 NEXT
240 IF W1=111 THEN 300
250 IF A$="<" THEN 260 ELSE 270
260 PLOT69,25*W1+955,764:DRAW25*W2+955,764:GOTO 300
270 IF W1<W2 THEN 280 ELSE 290
280 PLOT69,640,764:DRAW25*W1+955,764:PLOT69,25*W2+955,764
:DRAW1275,764:GOTO 300
```

```
290 PLOT69,640,764:DRAW25*W2+955,764:PLOT69,25*W1+955,764
   :DRAW1275,764
300 P.:INPUT"Nog 'n ongelykheid? (J/N): "JN$:IF JN$="J" O
   R JN$="j" THEN 10 ELSE CHAIN"GRAFIEK"
```

(o) Liniere<sup>A</sup> programmering.

```
10 MODE0
15 ONERRORCHAIN"GRAFIEK"
20 PLOT69,300,115:DRAW300,1023
30 PLOT69,300,115:DRAW1279,115
40 PLOT69,297,163:DRAW303,163:PLOT69,297,211:DRAW303,211
   :PLOT69,297,259:DRAW303,259:PLOT69,297,307:DRAW303,30
   7:PLOT69,297,355:DRAW303,355:PLOT69,297,403:DRAW303,4
   03:PLOT69,297,451:DRAW303,451:PLOT69,297,499:DRAW303,
   499
50 PLOT69,297,547:DRAW303,547:PLOT69,297,595:DRAW303,595
   :PLOT69,297,643:DRAW303,643:PLOT69,297,691:DRAW303,69
   1:PLOT69,297,739:DRAW303,739:PLOT69,297,787:DRAW303,7
   87:PLOT69,297,835:DRAW303,835:PLOT69,297,883:DRAW303,
   883
60 PLOT69,297,931:DRAW303,931:PLOT69,297,979:DRAW303,979
70 P.;TAB(17,28);"0":P.;TAB(17,25);"2":P.;TAB(17,22);"4"
   :P.;TAB(17,19);"6":P.;TAB(17,16);"8":P.;TAB(16,13);"1
   0":P.;TAB(16,10);"12":P.;TAB(16,7);"14":P.;TAB(16,4);
   "16":P.;TAB(16,1);"18"
80 PLOT69,348,110:DRAW348,118:PLOT69,396,110:DRAW396,118
   :PLOT69,444,110:DRAW444,118:PLOT69,492,110:DRAW492,11
   8:PLOT69,540,110:DRAW540,118:PLOT69,588,110:DRAW588,1
   18:PLOT69,630,110:DRAW630,118:PLOT69,678,110:DRAW678,
   118
90 PLOT69,726,110:DRAW726,118:PLOT69,774,110:DRAW774,118
   :PLOT69,822,110:DRAW822,118:PLOT69,870,110:DRAW870,11
   8:PLOT69,918,110:DRAW918,118:PLOT69,966,110:DRAW966,1
   18:PLOT69,1014,110:DRAW1014,118:PLOT69,1062,110:DRAW1
   062,118
100 PLOT69,1110,110:DRAW1110,118:PLOT69,1158,110:DRAW1158
   ,118:PLOT69,1206,110:DRAW1206,118:PLOT69,1254,110:DR
   W1254,118
110 P.;TAB(18,29);"0":P.;TAB(24,29);"2":P.;TAB(30,29);"4"
   P.;TAB(36,29);"8":P.;TAB(47,29);"10":P.;TAB(53,29);"1
   2":P.;TAB(59,29);"14":P.;TAB(65,29);"16":P.;TAB(71,29)
   ;"18"
120 P=0:PP=0
130 P.;TAB(77,29);"20"
140 P.;TAB(0,0):P."Beperkings":P.
150 INPUT"x of y : "xy$
160 IF xy$="x" THEN 390
170 P.:INPUT"> of < : "GK$
180 INPUT"m="m,"c="c:P.
190 FOR x=0 TO 20 STEP .05
200 y=m*x+c:Y=m*(x+.05)+c
```

```
210 IF Y<0 THEN 230
220 PLOT69,48*x+300,48*y+115:DRAW48*(x+.05)+300,48*Y+115
230 NEXT x
240 IF GK#="<" THEN 250 ELSE 310
250 FOR Z=P TO 20 STEP .3
260 z=m*Z+c
270 IF z<0 THEN 370
280 PLOT69,48*Z+300,48*z+115:DRAW48*Z+300,115
290 NEXT Z
300 GOTO 370
310 FOR Z=P TO 20 STEP .3
320 z=m*Z+c
330 IF z<0 THEN 350
340 PLOT69,48*Z+300,48*z+115:DRAW48*Z+300,1023:GOTO 360
350 PLOT69,48*Z+300,115:DRAW48*Z+300,1023
360 NEXT Z
370 P=P+.047
380 GOTO 150
390 P.:INPUT"< of > : "KG#
400 INPUT"Getal="m:P.
410 PLOT69,48*m+300,115:DRAW48*m+300,1023
420 IF KG#=">" THEN 430 ELSE 470
430 FOR ZZ=PP TO 20 STEP .3
440 PLOT69,48*m+300,48*ZZ+115:DRAW1279,48*ZZ+115
450 NEXT ZZ
460 GOTO 500
470 FOR ZZ=PP TO 20 STEP .3
480 PLOT69,48*m+300,48*ZZ+115:DRAW300,48*ZZ+115
490 NEXT ZZ
500 PP=PP+.047
510 GOTO 150
```

(p) Program om 'n grafika-skerm te druk.

```
10 FORY%=1023TO1279STEP4
20 VDU2,1,27,1,65,1,8,1,27,1,75,1,64,1,1
30 FORX%=3TO1279STEP4
40 C%=0:FORW%=0TO7
50 IF POINT(X%,Y%-W%*4),.0 C%=C%+2^(7-W%)
60 NEXT:VDU1,C%:NEXT:VDU1,13:NEXT:VDU3
```

oooooooooooo

VERWYSINGS

Adams, T. (1988). Computers in learning: A coat of many colours. Computers in Education. 12(1), 2-3

Benn, K.R.A. (1989). Computer assisted learning in South African Schools: Mistakes of the past and hopes for the future. Department of Computer Data Processing, P.E. Technicon. p. 9.

Benzie, D. (1985). Omission Design. Computers in Education. (p. 142.) North Holland: Elsevier.

Blease, D. (1986). Evaluating Educational Software. (p.18) London: Croom Helm.

Burns, P.K. and Bozeman, W.C. (1981). Computer-assisted instruction and mathematics achievement: Is there a relationship? Educational Technology. 21, 32-39.

Chatterton, J.L. (1988). Knowledge Control: The effect of CAL in the classroom. Computers in Education. 12(1). p. 190.

Circular. (1990). Department of Education. House of Assembly.

Chen, M. and Paisley, W. (1985). Children and Microcomputers. Research on the newest medium. Beverley Hills: Sage Publications.

Cohen, L. and Manion, L. (1985). Research Methods in Education. (Second Edition). (pp 208-211). London: Croom Helm.

Coleman, M.J. (1985). Teacher-orientated Educational software. (pp. 151-154). North Holland: Elsevier.

Cox, M., Rhodes, V. and Hall, J. (1988). The use of computer assisted learning in primary schools: Some factors affecting the uptake. Computers in Education. 12(1), 177.

Evans, N (1986). The future of the microcomputer in schools. (p. 81). London: Macmillan.

Fritz, J.M. (1985). Rethinking Computer Literacy. Computers in Education. (pp. 706-707). North Holland: Elsevier.

Gesshel-Green, H. (1981). Getting started in a High School. Mathematics Teacher. November 1981.

Graf, K. (1985). Computer Science/Informatics - A challenge to Mathematical Education - and visa versa. Computers in Education. (p. 701.) North Holland: Elsevier.

- Hativa, N. (1984). Computer-Guided-Teaching: An effective aid for group instruction. Computers in Education. 8(3), 294.
- Hawkridge, D. (1990). Who needs computers in schools, and why? Computers in Education. 15(1-3), 1-6.
- Hawkridge, D. (1983). Learner's Heaven: An Optimist's Forecast. New Information Technology in Education. (p. 201). London: Croom Helm.
- Hoffman, N. and Skidmore, P. (1985). Developing courseware for schools in Western Australia. Computers in Education. (p. 114.) North Holland: Elsevier.
- Hubbard, G. (1988). Recent history and immanent prospects for CAL in the U.K. Computers in Education. 12(1), 10.
- Johnson, D.C. and Anderson, R.E. (1985). Algorithms and programming as part of Computer Literacy - Some assessment results with implications for secondary school mathematics. Computers in Education. (p. 691). North Holland: Elsevier.
- Marsh, T.A. (1990). The computer in Secondary School Mathematics: An analysis and classification of possible modes of application, with suggested implications for the mathematics curriculum in South Africa. (Ph.D. Rhodes University, Grahamstown.)
- Mostert, M.P. (1989). Rekenarisering in skole. Die Unie. Jaargang 86 Nummer 5.
- Moursund, D. (1988). Computers and problem solving: A workshop for educators. Oregon: Eugene.
- Nash, A. and Ball, D. (1982). An introduction to microcomputers in teaching. London: Hutchinson.
- Newman, W. and Sproul, R. (1973). Interactive Computer Graphics. New York: McGraw Hill.
- Newman, W. and Sproul, R. (1989). Principles of interactive computer graphics. (2nd Ed.) New York: McGraw Hill.
- Oldknow, A. and Smith, D. (1983). Learning Mathematics with microcomputers. (pp. 132-144). Edinburgh: Ellis Horwood.
- Olds, S. (1981). Through a new looking glass. Microcomputer. September. pp. 62-74.

- Omsendminute. (1991). Kaaplandse Onderwysdepartement. Administrasie: Volksraad.
- Papert, S. (1978). Proceedings of the Gerald P. Weeg Memorial Conference. (p. 199). University of Iowa City, Iowa City.
- Phillips, R.J. (1982). An investigation of the microcomputer as a mathematics teaching aid. Computers in Education. 6, 77-84.
- Ramsden, E. (1984). Microcomputers in Education 2. New York: John Wiley.
- Scrimshaw, P. (1989). Educational Computing: what can philosophy of education contribute? Journal of Philosophy of Education. 23(1), 110
- Smith, D. and Keep, R. (1988). Eternal triangulation: Case studies in the evaluation of educational software by classroom-based teacher groups. Computers in Education. 12(1), 152.
- Smith, I. C. H. (1982). Microcomputers in Education. Edinburgh: Ellis Horwood.
- Stoker, J. and Robertson, S. (1989). Computers as a medium for learning in the primary school: perceptions of a group of black South African primary school teachers. South African Journal of Education. 9(2).
- Suppes, P. (1967). Nea Journal. February.
- Sylwester, R. and Moursund, D. (1989). Brains/Computers/Schools: At the edge of a major transformation. (pp. 1-47). Oregon: Eugene.
- Taylor, D.M. (1980). The computer in the school: Tutor, Tool, Tutee. New York: Teachers College Press.
- Tetenbaum, T.J. en Mulkeen, T.A. (1985/1986). Computers as an agent for educational change. Computers in the schools. (p. 102). Winter.
- Thomas, R.M. and Kobayashi, V. (1987). The Creation and Development of Educational Computer Technology. Educational Technology. (p. 51). Pergamon Press.
- Van Hille, G.E.W. (1986). A preliminary investigation into the use of computers in the teaching of mathematics. M.Ed. (Mathematics in Education, Rhodes University.)

Walker, D.F. (1983). Reflections on the educational potential and limitation of micro-computers. (p. 103). Phi Delta Kappan. Oktober.

Watson, D.M. (1990). The classroom vs the Computer Room. Computers in Education. 15 (1-3), 33-37.

Winner, A.A. and Holloway, R.E. (1983). Technology integration for a new curricular change. The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching. (p. 31.) Summer.

Woodhouse, D. and Jones, A.J. (1988). Integrating CAL with other instructional activities in schools. Computers in Education. 12(3). p. 384.

oooooooooooo