

DIE VOORKOMS VAN INTERFERENSIE BY DIE LEER
VAN WISKUNDIGE LEERSTOF

ingedien deur

GARFIELD BESTER

B.Sc., B.Ed., H.O.D. Nagraads

Verhandeling voorgelê ter gedeeltelike
vervulling van die vereistes vir die graad

MAGISTER EDUCATIONIS

in die

Fakulteit Opvoedkunde

aan die

Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys

Studieleier: Prof. Dr. J. J. de Wet

Desember 1980

DANKBETUIGINGS

Ek is eerstens dankbaar teenoor die Hemelse Vader. Deur Sy genade was ek tot hierdie studie in staat gewees.

Ek wil my studieleier, prof. J. J. de Wet bedank. Benewens sy bekwame hulp en leiding was sy voortdurende belangstelling vir my tot besondere aansporing.

My dank aan die hoofde van die Hoër Tegniiese Skool Potchefstroom, die Afrikaanse Hoërseunskool Pretoria en die Hoër Tegniiese Skool John Vorster wat my toegelaat het om toetse af te neem ten spyte van 'n druk program. Ek waardeer ook die goeie samewerking wat ek van die betrokke onderwyssers en leerlinge gekry het.

Vir die taalversorging wat deur Elsa Kruger behartig is, baie dankie.

'n Besondere woord van dank gaan aan mev. A.C. Ferreira vir die tik van die verhandeling.

Aan Liesel Meyer asook Rykie Meiring vir die tegniese versorging en proeflees van die verhandeling, 'n waarderende woord van dank.

Laastens wil ek mnr. Denys Jackson wat met die kopieëring en bind van die verhandeling behulpsaam was, bedank.

G. BESTER

Pretoria
Desember 1980

Opgedra aan my ouers

INHOUDSOPGAW

HOOFSTUK 1	Bladsy
PROBLEEMSTELLING	
1.1 Die doel van die ondersoek	1
1.2 Die program wat gevolg gaan word	3
 HOOFSTUK 2	
TEORIEË VAN VERGEET	
2.1 Inleiding	6
2.2 Die onbruikteorie van vergeet	6
2.3 Die Gestalt-teorie van vergeet	7
2.4 Die onvermoë-om-te-herroep-teorie	8
2.5 Die assimilasieteorie	8
2.6 Die psigoanalitiese teorie van vergeet	9
2.7 Interferensie as verklaring vir vergeet	9
2.7.1 Inleiding	9
2.7.2 Retro-aktiewe interferensie	10
2.7.3 Pro-aktiewe interferensie	11
2.7.4 Interferensieteorieë	11
2.7.4.1 Preseverasie-hipotese	11
2.7.4.2 Die responskompetisie-hipotese	12
2.7.4.3 Die twee-faktorteorie	13
2.7.4.4 Responsinstelling-hipotese	15
2.7.4.5 Die differensiasie-hipotese	16
2.7.4.6 Die stimuluskodering-hipotese	16
2.8 Samevatting	18
 HOOFSTUK 3	
FAKTORE WAT INTERFERENSIE BETYVLOED	
3.1 Inleiding	21
3.2 Faktore wat interferensie betyvol	21

3.2.1 Ooreenkoms in die leerstof	21
3.2.2 Graad van leer	22
3.2.3 Tydsafstand	23
3.2.4 Hoeveelheid leerstof	25
3.2.5 Wyse van leer	26
3.2.6 Konteksstimuli	29
3.2.7 Toepassing van die geleerde stof	30
3.2.8 Moeilikhedsgraad van die leerstof	30
3.2.9 Sinvolheid van die leerstof	31
3.3 Samevatting	31

HOOFSTUK 4

DIE VOORKOMS VAN INTERFERENSIE BY SINVOLLE LEERSTOF

4.1 Inleiding	32
4.2 Wat is sinvolle leerstof	32
4.2.1 Verband met bestaande kennis	32
4.2.2 Assosiasies	33
4.2.3 Voorstellingskrag van die leerstof	33
4.2.4 Bekendheid van die leerstof	33
4.2.5 Struktuur van die leerstof	33
4.3 Die voorkoms van interferensie by die leer van sinvolle leerstof	34
4.4 Samevatting	37

HOOFSTUK 5

WISKUNDIGE LEERSTOF

5.1 Inleiding	38
5.2 Die struktuur van wiskundige leerstof	38
5.3 Leer van wiskundige leerstof	39
5.4 Indeling van wiskundige leerstof	39

5.5	Enkele gevalle waar interferensie moontlik in wiskunde kan voorkom	40
5.5.1	Voorbeelde van interferensie in wiskunde waar die leerstofeenhede logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan	40
5.5.2	Voorbeelde van interferensie in wiskunde waar die leerstofeenhede uit soortgelyke of identiese begrippe bestaan, maar ten opsigte van logika verskillend is	42
5.5.3	Voorbeelde van interferensie in wiskunde waar 'n leerstofeenheid ingesluit word in 'n daaropvolgende leerstofeenheid	44
5.6	Samevatting	44
5.7	Hipoteses	44
5.7.1	Inleiding	45
5.7.2	Hipotese 1	45
5.7.3	Hipotese 2	45
5.7.4	Hipotese 3	45
5.7.5	Hipotese 4	45
5.7.6	Hipotese 5	46

HOOFSTUK 6

METODE VAN ONDERSOEK

6.1	Inleiding	47
6.2	Samevatting van die metode van ondersoek	47
6.3	Keuse van leerstof	48
6.3.1	Die keuse van wiskundige leerstofeenhede wat logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan	48
6.3.2	Die keuse van wiskundige leerstofeenhede wat uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar wat die logika betref, verskillend is	49

6.3.3	Die keuse van 'n wiskundige leerstof- eenheid wat ingesluit word in 'n daaropvolgende leerstofeenheid as gevolg van die hiërargiese struktuur van wiskunde	49
6.4	Navorsingsontwerp	50
6.5	Meetinstrumente	52
6.5.1	Toetse	52
6.5.2	Aard van die toetse	52
6.5.3	Toetsmateriaal	53
6.5.4	Nasien van toetse	53
6.6	Keuse van proefpersone	53
6.7	Navorsingsprosedure	54
6.7.1	Onderrig en toetstyd	54
6.7.2	Aanbieding van die leerstof	55
6.7.3	Kontrole oor eksterne faktore	55
6.7.3.1	Graad van leer	56
6.7.3.2	Tydsafstand	56
6.7.3.3	Hoeveelheid leerstof	56
6.7.3.4	Wyse van leer	56
6.8	Verwerking van die gegewens	57

HOOFSTUK 7

RESULTATE EN GEVOLGTREKKING

7.1	Inleiding	59
7.2	Resultate in die geval waar wiskundige leerstof- eenhede logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan	59
7.2.1	Hipotese 1	60
7.2.2	Hipotese 2	62
7.2.3	Gevolgtrekking	63

7.3 Resultate in die geval waar wiskundige leerstofeenhede uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar wat ten opsigte van die logika, verskillend is	64
7.3.1 Hipotese 3	65
7.3.2 Hipotese 4	66
7.3.3. Gevolgtrekking	67
7.4 Resultate in die geval waar 'n wiskundige leerstofeenheid ingesluit word in 'n daaropvolgende leerstofeenheid as gevolg van die hiërargiese struktuur van wiskunde	68
7.4.1 Hipotese 5	68
7.4.2 Gevolgtrekking	70
7.5 Algemene gevolgtrekking	70
7.6 Samevatting	71

HOOFSTUK 8

OPVOEDKUNDIGE IMPLIKASIES EN SAMEVATTING

8.1 Inleiding	72
8.2 Implikasies vir die onderrig van wiskunde	72
8.3 Moontlike tekortkominge van die ondersoek	76
8.4 Moontlikhede vir verdere navorsing	76
8.5 Samevatting	77
8.5.1 Doel van die ondersoek	77
8.5.2 Literatuuroorsig	77
8.5.3 Empiriese navorsing	78
8.5.4 Resultate van die ondersoek	79
8.5.5. Implikasies vir die onderrig van wiskunde	79

	Bladsy
8.6 Summary	80
8.6.1 The aim of investigation	80
8.6.2 Review of the literature	80
8.6.3 Empirical research	81
8.6.4 Results of the investigation	82
8.6.5 Implications for the teaching of mathematics	83
BIBLIOGRAFIE	84
BYLAES	90

6.1	Navorsingsontwerp om retro- en pro-aktiewe interferensie by wiskundige leerstof te ondersoek waar die oorspronklike (O.L.) en geïnterpoleerde (I.L.) leerstof logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan.	50
6.2	Navorsingsontwerp om retro- en pro-aktiewe interferensie by wiskundige leerstof te ondersoek waar die oorspronklike (O.L.) en geïnterpoleerde (I.L.) leerstof uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar wat die logika betref, verskillend is.	51
6.3	Navorsingsontwerp om retro-aktiewe interferensie by wiskundige leerstof te ondersoek waar die oorspronklike leerstof (O.L.) ingesluit word in die geïnterpoleerde leerstof (I.L.).	51
6.4	Die aantal proefpersone in die verskillende groepe.	54
7.1	Gemiddelde punte van die eksperimentele en kontrole-groepe in die geval waar die wiskundige leerstofeenhede logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan.	60
7.2	Gemiddelde punte van die eksperimentele en kontrole-groepe in die geval waar die wiskundige leerstofeenhede uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar wat ten opsigte van die logika,verskillend is.	64
7.3	Gemiddelde punte van die eksperimentele en kontrole-groep in die geval waar 'n wiskundige leerstofeenheid ingesluit word in 'n daaropvolgende leerstofeenheid.	68

BYLAES

BYLAAG A

Bladsy

AANBIEDING VAN DIE VERSKILLEDE LEERSTOFEEENHEDE

A1 Die meetkundige ry	90
A2 Die rekenkundige ry	92
A3 Stelling en die omgekeerde van die stelling	93
A4 Die rekenkundige reeks	95

BYLAAG B

EVALUERINGSTOETSE

B1 Meetkundige ry	97
B2 Rekenkundige ry	100
B3 Stelling	101
B4 Omgekeerde van stelling	103
B5 Rekenkundige reeks	104

BYLAAG C

RETENSIETOETSE

C1 Meetkundige ry	105
C2 Stelling	108
C3 Rekenkundige ry	109

BYLAAG D

MEMORANDA

D1 Memorandum van toets B3	113
D2 Memorandum van toets B4	114
D3 Memorandum van toets C2	115

HOOFSTUK 1

PROBLEEMSTELLING

1.1 DIE DOEL VAN DIE ONDERSOEK

Die geheue van die mens maak opvoeding, waardeur die kind tot volwassenheid gelei word, moontlik. Om volwassenheid te bereik, is dit noodsaaklik dat die kind sal onthou wat hy leer. Dit wat die kind in een situasie leer, moet hy onthou om in ander situasies te kan gebruik.

Dit is aanvaarde kennis dat die kind nie alles onthou wat aan hom geleer word nie. Die verskynsel *vergeet* is 'n remmende faktor wat die leerhandeling bemoeilik. Daarom is dit belangrik dat opvoedkundiges dié verskynsel en die teensy daarvan, naamlik retensie, by die kind sal bestudeer. Op hierdie wyse kan riglyne om die moontlikheid van vergeet uit te skakel of te verminder, neergelê word.

Inligting word as vergeet beskou indien dit foutief herroep word of glad nie herroep kan word nie. Inligting wat vergeet is, is nie noodwendig vernietig of verlore nie. Penfield en Rasmussen (aangehaal deur Bugelski, 1971, p.193) het gevind dat, wanneer die ontblote brein van 'n pasiënt wat by sy volle bewussyn is, met 'n swak elektriese prikkel gestimuleer word, die pasiënt telkens daartoe in staat was om lang en gedetailleerde gegewens van vorige ervaring weer te gee. Onder normale omstandighede kon hierdie gegewens nie herroep word nie. Dit blyk dus dat inligting soms vergeet word aangesien die leerder nie daarin slaag om die inligting uit die geheue terug te roep nie. Volgens die interferensieteorie word die verkryging van inligting bemoeilik deur vorige inligting wat die leerder reeds bekom het, asook deur daaropvolgende inligting waarmee die leerder later in aanraking kom. Inligting wat herroep moet word, word versteur deur vorige en daaropvolgende inligting wat tot gevolg het dat die inligting vergeet word.

Die geheue, die feit dat 'n mens vergeet en die voorkoms van interferensie het belangrike implikasies vir die leer van wiskundige leerstof. Wanneer 'n wiskundige probleem opgelos moet word, moet vorige begrippe en reëls herroep word en in verband gebring word met die komponente van die huidige problemsituasie. Indien vorige leerstof nie herroep kan word nie, of foutief herroep word (as gevolg van interferensie) sal die leerder denkfoute begaan.

Tot dusver is daar baie min navorsing gedoen om vas te stel hoedanig interferensie die leer van wiskundige leerstof bemoeilik en onder watter omstandighede wiskundige leerstof gevoelig vir interferensie is. In die meeste navorsing oor interferensie is daar van sinlose leerstof gebruik gemaak. Verskeie navorsers bevestig die feit of interferensie vir die vergeet van sinvolle leerstof verantwoordelik is.

In die wiskunde-onderrigpraktyk blyk dit egter dat interferensie wel voorkom, wat daartoe aanleiding gee dat leerlinge in wiskunde foute maak. De Wet (1966, p.76) het uit 'n analise van foute wat leerlinge in wiskunde maak tot die gevolgtrekking gekom dat interferensie 'n belangrike oorsaaklike faktor is. 'n Leerling leer byvoorbeeld dat $\frac{a \times b}{b} = a$ en maak dan die fout deur te beweer dat $\frac{a + b}{b} = a$, of hy leer dat $\sqrt{a^2 b^2} = ab$ en beweer dan dat $\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$.

Dit is duidelik dat daar 'n behoefte bestaan om wetenskaplik vas te stel in hoe 'n mate interferensie vir die vergeet van wiskundige leerstof verantwoordelik is. Daarom is dit die doel van hierdie ondersoek om vas te stel of interferensie by die leer van wiskundige leerstof voorkom en onder watter omstandighede wiskundige leerstof veral gevoelig vir interferensie is. Vir dié doel word 'n literatuurstudie gedoen om vas te stel:

- (a) hoe aktueel die interferensieteorie as teorie van vergeet is en tot watter vlak die interferensieteorie in sy verklaring van vergeet ontwikkel het;

(b) watter faktore die voorkoms van interferensie beïnvloed en watter navorsing reeds oor die voorkoms van interferensie in sinvolle leerstof gedoen is en

(c) in watter opsig die struktuur van wiskunde en die wyse waarop dit geleer word die moontlikheid van interferensie verhoog.

'n Empiriese ondersoek sal uitgevoer word met die doel om vas te stel of interferensie by die leer van wiskundige leerstof voorkom indien:

(a) wiskundige leerstofeenhede logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan;

(b) wiskundige leerstofeenhede uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar ten opsigte van logika verskillend is;

(c) 'n wiskundige leerstofeenheid ingesluit word in 'n daaropvolgende leerstofeenheid as gevolg van die hiërargiese struktuur van wiskunde.

1.2 DIE PROGRAM WAT GEVOLG GAAN WORD

Uit die titel van die verhandeling kan afgelei word dat twee aspekte in hierdie ondersoek sentraal staan, naamlik *interferensie* en *wiskundige leerstof*. Hoofstukke 2, 3 en 4 word gewy aan die voorkoms van interferensie in die algemeen en hoofstuk 5 aan die struktuur van wiskundige leerstof, asook die moontlike voorkoms van interferensie in wiskunde.

In hoofstuk 2 sal die vernaamste teorieë van vergeet bespreek word en in die besonder die interferensieteorie. Verskeie bestaande interferensieteorieë sal uiteengesit word, aangesien daar deur hierdie teorieë verklaar kan word waarom interferensie in wiskunde moontlik kan voorkom.

Verskeie faktore beïnvloed die voorkoms van interferensie. In hoofstuk 3 sal aandag aan hierdie faktore gegee word, aangesien ons kan aanvaar dat hierdie faktore ook vir die aan- of afwesigheid van interferensie in wiskundige leerstof verantwoordelik sal wees.

In hierdie ondersoek word daar van wiskundige leerstof gebruik gemaak in teenstelling met die meeste navorsing oor die interferensieverskynsel waarin daar van sinlose leerstof gebruik gemaak is. Daar bestaan egter enkele ondersoeke wat onderneem is om vas te stel of interferensie in sinvolle leerstof aanwesig is. Hierdie ondersoeke het belangrike opvoedkundige waarde, aangesien die kind in die skoolsituasie meestal met sinvolle leerstof in aanraking kom. Om hierdie rede word 'n opsomming van belangrike navorsingsbevindinge oor die voorkoms van interferensie in sinvolle leerstof in hoofstuk 4 gegee.

Die struktuur van wiskundige leerstof en die wyse waarop dit geleer word, word in hoofstuk 5 bespreek, aangesien bogenoemde twee aspekte grootliks bepalend is vir die mate waarin interferensie in wiskundige leerstof sal voorkom. Voorbeelde van wiskundige foute wat toegeskryf kan word aan interferensie sal ook in dié hoofstuk behandel word.

Dit is onder andere die doel van hierdie ondersoek om deur middel van 'n empiriese ondersoek vas te stel onder watter omstandighede interferensie in wiskundige leerstof voorkom. In hoofstuk 6 sal die metode van die empiriese ondersoek uiteengesit word. Dit sluit in die navorsingsontwerp, die meetinstrumente wat in die ondersoek gebruik sal word, die wyse waarop die proefpersone in die ondersoek ingesluit sal word, die navorsingsprosedure en die verwerking van die gegewens.

Die resultate van die empiriese ondersoek sal in hoofstuk 7 bespreek word. Vir die interpretasie van resultate sal dit nodig wees om die resultate in verband te bring met die bevindinge van vorige ondersoeke na die voorkoms van interferensie in sinvolle leerstof. Op hierdie wyse kan vasgestel word waarom sommige van die vorige ondersoeke nie interferensie in sinvolle leerstof kon aantoon nie.

Die voorkoms van interferensie in wiskunde bemoeilik die verstaan van wiskundige leerstof. Interferensie kan egter deur doeltreffende onderrig verminder of in die geheel uitgeskakel word. Dit vereis dat die onderwyser bewus sal wees van die omstandighede waaronder

interferensie in wiskunde verwag kan word. Om enkele riglyne in dié opsig te bied, sal in hoofstuk 8 aandag geskenk word aan die opvoedkundige implikasies van hierdie ondersoek.

TEORIEË VAN VERGEET

2.1 INLEIDING

Verskeie teorieë is reeds geformuleer in 'n poging om die voorkoms van vergeet te verklaar. In hierdie hoofstuk word 'n oorsig van die vernaamste teorieë gegee. Die interferensieteorie word in meer besonderhede bespreek aangesien dit een van die belangrikste teorieë van vergeet is (Hulse, e.a., 1975, p.340), en dit die doel van hierdie studie is om vas te stel of interferensie voorkom wanneer wiskundige leerstof geleer word.

Navorsers het uiteenlopende redes waarom en onder watter omstandighede interferensie voorkom. Dit het aanleiding gegee tot verskeie interferensieteorieë wat ook in hierdie hoofstuk bespreek sal word.

2.2 DIE ONBRUIKTEORIE VAN VERGEET

Aanvanklik is gemeen dat 'n persoon leerstof vergeet indien hy dit nie gereeld gebruik of toepas nie. Leerstof word derhalwe vergeet as gevolg van 'n tydsinterval waarin die leerstof nie herroep of herhaal word nie.

Die beswaar teen hierdie teorie is dat tyd as sodanig nie die oorsaak van vergeet is nie. Die tydsfaktor bied slegs geleentheid vir die werklike oorsake van vergeet om in werking te tree (Kintsch, 1977, p.56). Om dus die oorsaak van vergeet vas te stel, moet ondersoek ingestel word na dit wat gedurende die retensie-interval gebeur. Daar moet dus vasgestel word hoe voorafgaande en daaropvolgende leerstof met die huidige leerstof gedurende die retensie-interval interfereer.

Ons kan dus die gevolgtrekking maak dat tydsafstand nie die oorsaak van vergeet is nie, maar dat dit wel 'n faktor is wat die voorkoms van interferensie beïnvloed (vgl. par. 3.2.3).

2.3 DIE GESTALT-TEORIE VAN VERGEET

Volgens die Gestalt-teorie word elke ervaring deur die leerder gekodeer as 'n "geheuespoor". Hoe sterker 'n leerakt plaasvind, hoe "dieper" sal die geheuespoor gevorm word, met ander woorde hoe langer sal die tydperk wees waarin die geheuespoor beskikbaar is (Wingfield, 1979, p.302).

Gedurende retensie is leerstof voortdurend onderhewig aan transformasie en verwringing. Leerstof word vergeet indien dit met verloop van tyd in so 'n mate verandering ondergaan het, dat dit nie meer herroep kan word nie (Johnson, 1971, p. 90). Twee meganismes speel in dié opsig 'n belangrike rol (Ausubel, e.a., 1978, pp. 153-154):

(a) Assimilasie

Dit word beskou as 'n proses waardeur geheuespore uitgewis of vervang word deur soortgelyke spore wat relatief meer stabiel is.

(b) Outonome disintegrasie

Dit vind in die geheuespoor plaas. In die geval van swak georganiseerde leerstof word swak spore gevorm wat vinnig verbreek en gevolglik tot niet gaan.

Volgens die Gestalt-teorie vind daar geen interaksie tussen nuwe leerstof en bestaande leerstof in die kognitiewe struktuur plaas nie. Nuwe leerstof word eerder geïnkorporeer as onafhanklike spore. Gevolglik word die invloed wat voorafgaande leer op die vergeet van nuwe leerstof het nie in aanmerking geneem nie (Ausubel, e.a., 1978, p.154).

Data wat verkry is uit die ondersoek van Reitman (1974, aangehaal deur Kintsch, 1977, p.176) toon aan dat afname in die sterkte van geheuespore sowel as interferensie verantwoordelik is vir vergeet. Die vernaamste oorsaak is egter interferensie. Hieruit kan afgelei word dat eerder interferensie as tyd 'n invloed op die verandering van die geheuespoor het, terwyl onstabiele spore en swak georganiseerde leerstof die moontlikheid van interferensie verhoog.

2.4 DIE ONVERMOË-OM-TE-HERROEPTEORIE

Volgens hierdie hipotese is dit moontlik dat leerstof wel in die geheue teenwoordig kan wees, maar dat dit nie herroep kan word nie, aangesien sekere stimuli gedurende die leerfase afwesig is gedurende die herroepfase. Dit is ook moontlik dat 'n verandering in die patroon van stimuli gedurende die herroepfase sodanig verskil van dié gedurende die leerfase dat die leerder nie die stimuli herken nie en daarom nie die korrekte response kan herroep nie (Ausubel, 1968, p.115).

Hierdie hipotese verklaar vergeet deur 'n verandering wat intree tussen die leer- en herroepfase. Die invloed van vorige en daaropvolgende leerstof word egter buite rekening gelaat. Dit is moontlik dat die leer- en herroepfase in so 'n mate deur ander leerstof versteur mag word dat die geleerde stof nie herroep sal kan word nie.

2.5 DIE ASSIMILASIE-TEORIE

Volgens die assimilasieteorie word nuwe leerstof deur die leerder opgeneem of geassimileer deur bestaande, relevante leerstof in die kognitiewe struktuur. Die retensie van die bestaande leerstof en die nuwe leerstof word beide deur die assimilasiëproses beïnvloed.

Nuwe betekenis wat as gevolg van hierdie interaksie ontstaan, bestaan uit gewysigde ou sowel as nuwe leerstof. Deurdat die nuwe leerstof veranker word in die bestaande leerstof, deel die nuwe leerstof in die stabiliteit van die ou leerstof wat dit teen vergeet bestand maak. Interferensie kom volgens Ausubel, e.a. (1978, p.128) slegs voor waar leerstof nie sinvol geleer is nie; dit is waar nuwe leerstof nie deur bestaande leerstof geassimileer word nie.

Die nuutgeleerde leerstof word beskikbaar tydens herroep indien dit dissosieerbaar is van die gevestigde leerstof. Indien nie, is die leerstof vergeet. Wanneer leerstof dus vergeet word, word dit sodanig deur die bestaande leerstof geassimileer dat dit nie meer as afsonderlike leerstof bestaan nie.

Wanneer die dissosiasiesterkte van die nuwe leerstof onder 'n sekere kritieke vlak lê (die beskikbaarheidsdrumpel), kan dit nie meer her-roep word nie en is die leerstof dan vergeet (Ausubel, e.a., 1978, pp.125-130).

Faktore wat leer gedurende die assimilasiëproses bevorder, is ook vir die vergeet van leerstof verantwoordelik, naamlik die relevantheid van die bestaande leerstof ten opsigte van dit wat nuut geleer word, die stabiliteit en duidelikheid van die bestaande leerstof, asook die mate van diskriminasie wat daar bestaan tussen die nuwe leerstof en die bestaande leerstof (Ausubel, e.a., 1978, p.143).

2.6 DIE PSIGOANALITIESE TEORIE VAN VERGEET

Die psigoanaliste skrywe alle vergeet toe aan onderdrukking. Dit wat angs kan verwek indien dit bewus word, word in die onbewuste onderdruk en vergeet. Sodanige inligting wat onderdruk is, manifesteer in foute wat gemaak word. Levinger en Clark (aangehaal deur Baddeley, 1976, p.52) het gevind dat woorde wat met sekere emosies geassosieer word, eerder vergeet word as woorde wat aan geen emosie gekoppel word nie. Daar kan dus gepostuleer word dat indien wiskundige leerstof deur 'n leerling met onaangename gevoelens geassosieer word, onderdrukking daarvan in 'n klein mate vir vergeet of die maak van foute verantwoordelik kan wees.

Die algemene beswaar teen hierdie teorie is dat slegs 'n baie klein persentasie van dit wat vergeet word, toegeskryf kan word aan onderdrukking. Hierdie teorie kan dus nie 'n verklaring vir die vergeet van groot hoeveelhede skoolleerstof gee nie.

2.7 INTERFERENSIE AS VERKLARING VIR VERGEET

2.7.1 Inleiding

Volgens die interferensieteorie vind vergeet plaas binne 'n bepaalde tydsinterval en nie as gevolg van tyd as sodanig nie (Adams, 1976,

p.286). Leerstof word vergeet aangesien dit deur voorafgaande of daaropvolgende leerstof verplaas word (Kintsch, 1977, p.175).

Volgens die interferensieteorie is geheuespore staties en vind daar nie afname van, of outonome verandering in geheuespore plaas nie. Gevolglik vind vergeet eerder gedurende die herroep van leerstof plaas, as gedurende die stoorfase. Wanneer leerstof dus vergeet is, impliseer dit dat daar òf in die leerproses, òf in voorafgaande of daaropvolgende leertake moontlik interferensie van een of ander aard voorgekom het. Interferensie kan ontstaan as gevolg van die aard van die leerstof, affektiewe omstandighede van die leerder gedurende die leer en herroep van die leerstof, asook die wyse waarop die kognitiewe struktuur van die leerder georganiseer is (Blair, e.a., 1975, p.235).

2.7.2 Retro-aktiewe interferensie

Retro-aktiewe interferensie vind plaas wanneer die retensie van die oorspronklike leerstof (O.L.) verminder as gevolg van geïnterpoleerde leerstof (I.L.), wat geleer is gedurende die tydsverloop vandat die oorspronklike leerstof geleer is totdat dit herroep moet word (Adams, 1976, p.286).

Die eksperimentele ontwerp vir retro-aktiewe interferensie sien soos volg daaruit:

	O.L.	I.L.	Toets
Eksperimentele groep	Leer A	Leer B	Toets A
Kontrolegroep	Leer A	-	Toets A

Indien leertaak B 'n vermindering in die herroep van A by die eksperimentele groep veroorsaak, in vergelyking met die herroep van A by die kontrolegroep, het retro-aktiewe interferensie plaasgevind.

2.7.3 Pro-aktiewe interferensie

Pro-aktiewe interferensie vind plaas wanneer die retensie van die geïnterpoleerde leerstof (I.L.) verminder as gevolg van oorspronklike leerstof (O.L.) wat geleer is voordat die geïnterpoleerde leerstof geleer is (Adams, 1976, pp.286-287). Die pro-aktiewe paradigma sien soos volg daaruit:

	O.L.	I.L.	Toets
Eksperimentele groep	Leer B	Leer A	Toets A
Kontrolegroep	-	Leer A	Toets A

Indien leertaak B 'n vermindering in die herroep van A by die eksperimentele groep veroorsaak, in vergelyking met die herroep van A by die kontrolegroep het pro-aktiewe interferensie plaasgevind.

2.7.4 Interferensieteorieë

2.7.4.1 Perseverasie-hipotese

Hierdie teorie is psigo-fisiologies van aard. Müller en Pilzecker (aangehaal deur Fraisse & Piaget, 1970, p.339) gaan van die veronderstelling uit dat die senuwee-aktiwiteit wat deur leer veroorsaak is, nie dadelik staak nie, maar 'n klein rukkie aktief bly (persevereer), terwyl dit geleidelik afneem. Gedurende hierdie periode van perseverasie konsolideer leerstof. Enige aktiwiteit wat gedurende hierdie periode plaasvind, versteur die senuwee-aktiwiteit wat vergeet tot gevolg het. Die geïnterpoleerde taak interfereer dus met die perseverasieproses sodat leerstof nie deeglik konsolideer nie en sodoende vergeet word.

Die teorie impliseer dus dat indien leertaak A geleer is, die tydstop wanneer leertaak B geleer word, belangrik is. Sekere navorsers kon egter geen verband vind tussen retro-aktiewe interferensie en die tydinterval tussen die eerste en die tweede leertaak nie (Archer en Underwood, 1951, pp.283-290).

Hierdie teorie kan nie retro-aktiewe interferensie enkele dae nadat die oorspronklike leerstof geleer is, verklaar nie. Daar kan ook nie 'n verklaring vir pro-aktiewe interferensie gebied word nie.

Dit is moontlik dat leerstof wat nie deeglik konsolideer nie, vergeet word, maar slegs 'n gedeelte van die totale voorkoms van vergeet kan aan gebrekkige konsolidasie toegeskryf word.

2.7.4.2 Die responskompetisie-hipotese

Hierdie hipotese is deur McGeoch in 1942 geformuleer.

Response wat in die oorspronklike leerstof en in die geïnterpoleerde leerstof gekoppel word aan soortgelyke of identiese stimuli, bly beskikbaar en kompeteer met mekaar tydens die herroep van die oorspronklike leerstof. Die mate waarin response kompeteer, word bepaal deur die ooreenkoms in stimuli (Ellis, 1970, p.450).

Gedurende die herroep van die oorspronklike leerstof kom sterker response voor aangesien hulle meer dominant is. Hierdie dominasie van sterker response veroorsaak dat swakker response geblokeer en dus van aktualisering weerhou word. As gevolg van hierdie blokkering raak swakker response nie verlore nie, maar kan hulle as gevolg van sterker kompeterende response nie voorkom nie. Vergeet is dus nie 'n verlies van retensie nie, maar 'n blokkering tydens retensie as gevolg van kompeterende leerstofeenhede (Crowder, 1976, p.225).

'n Verdere implikasie van die teorie is dat oorspronklike leerstof en geïnterpoleerde leerstof onafhanklik van mekaar geleer word, sodat die assosiatiewe krag van die oorspronklike leerstof nie verswak word deur die geïnterpoleerde leerstof nie (Crowder, 1976, p.225). In 'n A/B-, A/C-paradigma, interfereer die A/B- en A/C-assosiasie nie direk met mekaar nie. Die A/C-assosiasie verswak dus nie die A/B-assosiasie nie, maar kompeteer slegs daarmee. Indien die A/C-assosiasie sterker is, sal die C-respons in plaas van die B-respons gemaak word (Baddeley, 1976, p.77). Dit word die onafhanklike-dominante-hipotese genoem.

Daar word ook onderskei tussen algemene en spesifieke responskompetisie. Spesifieke responskompetisie vind plaas tussen individuele assosiasies waar 'n dominante respons uit een assosiasie 'n swakker respons, wat met soortgelyke of identiese stimuli geassosieer is, blokkeer. Algemene responskompetisie vind plaas tussen alternatiewe responsstelsies (Kintsch, 1977, p.111) wat tot gevolg het dat die persoon hom instel om aanhoudend response uit een stelsie te maak (Ellis, 1970, p.454).

2.7.4.3 Die twee-faktorteorie

Aanvanklik is responskompetisie as die enigste oorsaak vir die voorkoms van interferensie aanvaar.

Melton en Irwin (1940, pp.173-203) het gevind dat retro-aktiewe interferensie toeneem namate die aantal geïnterpoleerde leerstofeenhede vermeerder het. Dit kan aan responskompetisie toegeskryf word. Na ongeveer tien leerstofaanbiedinge het die interferensiekwantiteit egter afgeneem. Die afname kan nie deur responskompetisie verklaar word nie, aangesien 'n verdere toename in leerstofaanbieding meer responskompetisie tot gevolg moes hê. 'n Ander faktor of faktore (deur die navorsers genoem "faktor X") moes dus ook verantwoordelik wees vir die voorkoms van interferensie. Hierdie "faktor X" is toegeskryf aan die verskynsel van verleer.

Verleer is die onvermoë van 'n persoon om leerstof te herroep in die teenwoordigheid van relevante stimuli (Ausubel, 1968, p.115). In 'n retro-aktiewe A/B-, A/C-paradigma, word die A/B-assosiasie verleer by die leer van die A/C-assosiasie. Dit impliseer egter nie dat die A/B-assosiasie eers verleer moet word, voordat die A/C-assosiasie geleer kan word nie (Postman, 1976, p.158).

Om die verleer-hipotese te ondersoek, moes responskompetisie uitgeskakel word. Hiervoor het Briggs (1954, pp.285-293) die MFR (MFR - "Modified free recall")-tegniek ontwikkel. In 'n A/B-, A/C-retro-aktiewe paradigma kon die proefpersone in plaas van slegs die oor-

spronklike B-response te herroep, B- of C-response gee. Hierdeur is responskompetisie uitgeskakel. Briggs het gevind dat B-response afgeneem het namate die geïnterpoleerde leerstof toegeneem het, wat dus die verleer-hipotese staaf.

Aangesien daar egter van die proefpersoon verwag is om slegs een respons (B of C) te gee, kan dit nie vanselfsprekend aanvaar word dat in die geval waar 'n C-respons gegee is, die B-respons noodwendig verleer is nie. Barnes en Underwood (1959, pp.97-105) het ook 'n A/B-, A/C-retro-aktiewe paradigma gebruik, maar die proefpersone versoek om beide B- en C-response weer te gee. Die proefpersone het soveel tyd tot hulle beskikking gehad as wat hulle benodig het. Laasgenoemde is die MMFR-tegniek genoem (MMFR - "modified, modified free recall"). By die MMFR-tegniek bepaal responskompetisie slegs watter respons eerste gegee word. Indien 'n respons van die oorspronklike leerstof nie gegee kon word nie, is dit aanvaar dat dit verleer is. Barnes en Underwood (1959, pp.97-105) se bevindinge ondersteun die verleer-hipotese aangesien response van die oorspronklike leerstof afgeneem het namate die geïnterpoleerde leerstof toegeneem het.

Volgens die twee-faktorteorie word retro-aktiewe interferensie dus veroorsaak deur twee meganismes, naamlik verleer en responskompetisie (Hintzman, 1978, p.347). Oorspronklike leerstof word verleer tydens die leer van die geïnterpoleerde leerstof en die leerstof wat nie verleer is nie, ondervind kompetisie met ander response wanneer die oorspronklike leerstof herroep word.

In die geval van pro-aktiewe interferensie kom slegs responskompetisie voor. Indien retensie onmiddellik getoets word, sal retro-aktiewe interferensie groter wees as in die geval van pro-aktiewe interferensie (Postman, 1976, p.158). Pro-aktiewe interferensie word verder beïnvloed deur die verskynsel dat dit wat verleer is, spontaan herstel. Wanneer 'n respons met 'n stimulus geassosieer word en die assosiasie word verleer, gebeur dit dat die respons weer voortgebring kan word na 'n bepaalde tydsinterval waarin die assosiasie sy sterkte herwin en gevolglik herstel (Bry, 1975, p.24).

Indien retensie dus na 'n bepaalde tydsinterval getoets word, sal pro-aktiewe interferensie toeneem, terwyl retro-aktiewe interferensie sal afneem (Postman, 1976, p.158).

2.7.4.4 Responsinstelling-hipotese

Volgens hierdie hipotese selekteer die leerder geskikte response vir 'n leertaak, terwyl ander response onderdruk word. Die leerder stel hom dan in om met die geselekteerde response te reageer (Kintsch, 1977, p.110). In die geval van 'n retro-aktiewe paradigma noodsaak die aktivering van 'n seleksiemeganisme gedurende geïnterpoleerde leer die onderdrukking van response van die oorspronklike leerstof. Dit gee daartoe aanleiding dat die leerder hom instel om response van die mees onlangse leerstof (in dié geval die geïnterpoleerde leerstof) te gee, wat interferensie veroorsaak by die herroep van die oorspronklike leerstof. Hierdie ingesteldheid om response van die mees onlangse leerstof te maak, neem met verloop van tyd af, sodat daar 'n neiging ontstaan om response van die vorige leerstof te gee. Dit verklaar pro-aktiewe interferensie (Baddeley, 1976, p.86).

Hierdie hipotese stem in 'n groot mate ooreen met die beginsels van algemene responskompetisie (vgl. par. 2.7.4.2). Die assosiatiewe krag van die oorspronklike leerstof word nie verswak deur die geïnterpoleerde leerstof nie. Die veronderstelling dat spesifieke assosiasies verloor word, word dus verwerp. Responsseleksie is daarvoor verantwoordelik dat sekere response onderdruk word, terwyl ander aktualiseer (Postman en Stark, 1969, pp.168-177).

Alhoewel die beginsels van algemene responskompetisie en responsinstelling nou verwant is, dra laasgenoemde die konnotasie dat onderdrukking van sekere response die dominansie van ander verseker (Postman, 1976, p.170).

2.7.4.5 Die differensiasie-hipotese

Volgens hierdie hipotese kom interferensie voor as gevolg van gebrekkige differensiasie tussen verskillende leerstofeenhede. Hierdie verlies aan differensiasie word veroorsaak deur stimulus-veralgemening.

Stimulusveralgemening vind plaas wanneer dieselfde respons wat met 'n bepaalde stimulus gedurende die leerfase geassosieer word, met ander soortgelyke stimuli gedurende retensie geassosieer word (Ausubel, 1968, p.115). Die gevolg is dat meer as een soortgelyke, maar tog verskillende, stimulus gekoppel word aan dieselfde respons wat diskriminasie tussen verskillende stimuli bemoeilik. Underwood (aangehaal deur Duncan, e.a., 1972, p.29) het aangetoon dat differensiasie en veralgemening twee teenstellende prosesse is.

Volgens die verleer-herstel-hipotese, herstel vorige verleerde leerstof om te kompeteer met nuutgeleerde leerstof (vgl. par.2.7.4.3). Volgens die differensiasie-hipotese is en was alle items deurentyd beskikbaar, maar met verloop van tyd word dit moeiliker om tussen die bestaande items te differensieer. Die differensiasie-hipotese hou ook verband met die responsinstelling-hipotese (vgl. par.2.7.4.4). Trouens, differensiasie is 'n noodsaaklike voorwaarde vir enige onderdrukking van response (Crowder, 1976, p.249).

'n Definitiewe skeiding tussen oorspronklike leerstof en geïnterpoleerde leerstof sal differensiasie verbeter en daarmee die voorkoms van interferensie verminder.

2.7.4.6 Die stimuluskodering-hipotese

Volgens Martin (Martin en Melton, 1972, pp.70-71) bestaan elke stimulus uit verskeie komponente, terwyl elke komponent uit 'n onafhanklike versameling kenmerke bestaan. 'n Subversameling stimuluskomponente kan op enige gegewe moment saam gegroepeer word. Hierdie groepering word stimuluskodering genoem. Watter kenmerke

saam gegroepeer word, word deur die respons bepaal. Dit impliseer dus dat twee verskillende response verskillende stimuluskodes sal hê, alhoewel die response gedurende die leerfase aan soortgelyke of identiese stimuli gekoppel was.

Indien 'n stimulus-respons-assosiasie A/B geleer word, ontstaan daar volgens hierdie hipotese 'n kode a/b (van die assosiasie A/B) in die geheue. Om leerstof te herroep moet stimulus A met die stimuluskode a in verband gebring word. Rekodering moet dus plaasvind waardeer respons B gegee word as gevolg van sy assosiasie met die responskode b (Kintsch, 1977, p.140).

Veronderstel dat die kodes in 'n $A_B/B-$, A_D/D -paradigma a_b/b , a_d/d is.* In die geval van 'n $A_B/B-$, A_D/D -retro-aktiewe paradigma word a_b/b gekodeer en daarna a_d/d . As gevolg van die kodering van die geïnterpoleerde leerstof verminder die moontlikheid dat die oorspronklike leerstof korrek gerekodeer sal word tydens die herroep daarvan. Retro-aktiewe interferensie vind plaas indien stimulus A_B gerekodeer word as a_d waarmee d geassosieer is, sodat die D-respons in plaas van die B-respons gegee word. Pro-aktiewe interferensie vind plaas aangesien sekere dominante eienskappe van die A/B-assosiasie veroorsaak dat stimulus A_D gerekodeer word as a_b wat veroorsaak dat die B- in plaas van die D-respons gegee word (Postman, 1976, p.176).

Volgens hierdie hipotese vind daar dus nie responskompetisie plaas nie. Differensiasie tussen stimuli is belangrik aangesien die mate waarin stimuli korrek gerekodeer word, bepalend is vir die wyse waarop die leerstof herroep word.

* A_B en A_D is dieselfde stimulus. Ter verduideliking word die onderskrifte B en D gebruik om op dié wyse aan te toon watter stimulus met die B-respons en watter een met die D-respons geassosieer word. Dieselfde geld vir a_b en a_d .

2.8 SAMEVATTING

Verskeie teorieë poog om vergeet te verklaar. Volgens die onbruik- en die Gestalt-teorie word leerstof vergeet as gevolg van tydsverloop sonder herhaling. Dit is ook moontlik dat leerstof nie vergeet is nie, maar dat daar 'n onvermoë bestaan om dit te herroep. Volgens die assimilasiетеorie word leerstof vergeet indien dit nie gedissosieer kan word van bestaande leerstof in die kognitiewe struktuur nie. Die psigoanalitiese teorie skryf vergeet toe aan onderdrukking: dit watangs verwek, word in die onbewuste onderdruk.

Interferensie word beskou as een van die belangrikste oorsake van vergeet. Alhoewel verskeie navorsers hulle ontevredenheid teenoor interferensie as verklaring vir vergeet uitgespreek het, kon daar tot dusver geen enkele, algemeen aanvaarde alternatief voorgestel word nie (Hulse, e.a., 1975, p.363). Interferensie word veroorsaak indien vorige of daaropvolgende leerstof die herroep van die huidige leerstof bemoeilik.

Na aanleiding van navorsingsresultate is verskeie teorieë geformuleer met die doel om die voorkoms van interferensie te verklaar. Hierdie teorieë het besliste implikasies vir die huidige ondersoek. Die moontlike voorkoms van interferensie in wiskundige leerstof, in die besonder die leerstof wat in die eie ondersoek gebruik word (vgl. par.6.3), kan uit hierdie teorieë afgelei word.

Volgens die responskompetisie-hipotese word swakker kompeterende response geblokkeer deur sterker dominante response wat dan aktualiseer. Oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof kompeteer met mekaar, maar word nie daardeur verswak nie.

Die ooreenkoms in logika tussen wiskundige leerstofeenhede kan responskompetisie veroorsaak. Dit kan tot gevolg hê dat die leerder logiese afleidings verwar. Dit is ook moontlik dat 'n ooreenkoms in begrippe by wiskundige leerstofeenhede responskompetisie sal veroorsaak. Responskompetisie kan ook ontstaan tussen die oorspronklike leerstof en die oorspronklike leerstof soos dit geïnkorporeer is

in die geïnterpoleerde leerstof, in gevalle waar die wiskundige leerstof sodanig georganiseer is.

In teenstelling met die responskompetisie-hipotese word daar deur die verleer-hipotese verklaar dat retro-aktiewe interferensie plaasvind, aangesien die oorspronklike leerstof tydens die leer van die geïnterpoleerde leerstof verleer word. Pro-aktiewe interferensie vind plaas indien leerstof wat verleer is na 'n bepaalde tyd spontaan herstel.

'n Logiese afleiding in wiskunde kan verleer word indien 'n soortgelyke afleiding daarna geleer word wat retro-aktiewe interferensie tot gevolg kan hê. Dieselfde geld vir soortgelyke begrippe in wiskunde. Die spontane herstel van die oorspronklike begrip of logika kan pro-aktiewe interferensie veroorsaak. Dit is ook moontlik dat oorspronklike leerstof in wiskunde verleer kan word indien dit in 'n ander konteks in die geïnterpoleerde leerstof voorkom.

Interferensie word ook verklaar aan die hand van 'n responsseleksiemeganisme waarvolgens sekere response geselekteer word, terwyl ander onderdruk word.

'n Leerling kan hom instel ten opsigte van 'n bepaalde logika in wiskunde, terwyl 'n ander logika in werklikheid ter sprake is. As gevolg van die ooreenkoms in logika word die verkeerde response geselekteer, wat interferensie tot gevolg kan hê. Net so kan response wat met 'n bepaalde begrip in wiskunde geassosieer word, verkeerdelik vir 'n ander begrip geselekteer word as gevolg van die ooreenkoms tussen die begrippe.

As gevolg van die hiërargiese struktuur van wiskunde is dit moontlik dat die oorspronklike leerstof deel vorm van die geïnterpoleerde leerstof. Retro-aktiewe interferensie kan plaasvind indien die leerder oorspronklike leerstof moet herroep. In so 'n geval stel die leerder hom in om met die response van die oorspronklike leerstof

te reageer soos dit in die geïnterpoleerde leerstof voorkom, in plaas van met die response van die oorspronklike leerstof in die oorspronklike leersituasie.

Stimulusveralgemening kan differensiasie tussen stimuli bemoeilik wat aanleiding tot interferensie kan gee. Differensiasie tussen stimuli is ook 'n noodsaaklike voorwaarde vir die korrekte rekodering van stimuli.

Swak differensiasie tussen parallelle logika en eenderse begrippe in wiskunde kan interferensie tot gevolg hê. Waar die oorspronklike leerstof in wiskunde dikwels in die geïnterpoleerde leerstof vervat is, kan swak differensiasie tussen die oorspronklike leerstof en die oorspronklike leerstof in die geïnterpoleerde leerstof, aanleiding tot interferensie gee.

FAKTORE WAT INTERFERENSIE BETINVLOED

3.1 INLEIDING

Sekere faktore beïnvloed die voorkoms van interferensie aangesien hulle aan- of afwesigheid leerstof meer bestaans teen, of gevoelig vir interferensie maak. Hoedanig en onder watter omstandighede hierdie faktore retro-aktiewe en pro-aktiewe interferensie beïnvloed, is in verskeie ondersoeke nagevors.

Alhoewel die meeste navorsers van sinlose leerstof gebruik gemaak het, kan uit sekere studies waar sinvolle leerstof gebruik is, duidelike gevolgtrekkings ten opsigte van die faktore wat interferensie in wiskunde kan beïnvloed, gemaak word.

3.2 FAKTORE WAT INTERFERENSIE BETINVLOED

3.2.1 Ooreenkoms in die leerstof

Ooreenkoms tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof beïnvloed die hoeveelheid leerstof wat vergeet word in beide pro-aktiewe en retro-aktiewe paradigmas.

In die geval van skoolleerstof wat besonder veelkantig is, is daar verskeie moontlikhede waarvolgens leerstofeenhede kan ooreenkom (De Wet, 1975, pp.4-7). Indien leerstof ten opsigte van inhoud ooreenkom, kan die ooreenkoms in woorde, sinne of begrippe wees. Leerstof hoef nie net ten opsigte van inhoud ooreen te kom nie, maar ook die tipe leerstof, struktuur van die leerstof, paragraafindeling, ensovoorts, kan ooreenkom. Dit is dus belangrik om in 'n eksperimentele ondersoek waar leerstofeenhede ooreenkom, duidelik vas te stel wat dié ooreenkoms is.

In die geval van sinlose leerstof kom meer interferensie voor hoe groter die ooreenkoms tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof is. In die geval van sinvolle leerstof kom minder interferensie onder dieselfde omstandighede voor (Ausubel, 1968, p.117).

In sekere gevalle het ooreenkoms tussen leerstofeenhede fasilitering en dus positiewe oordrag tot gevolg gehad. Die verskynsel dat ooreenkoms tussen leerstofeenhede interferensie en fasilitering tot gevolg kan hê, staan bekend as die "paradoks" in die interferensieteorie (Horton, e.a., 1976, p.140). In die lig hiervan is dit belangrik dat indien daar ooreenkoms tussen leerstofeenhede bestaan, daar onderskei sal word watter elemente fasilitering en watter interferensie tot gevolg kan hê.

3.2.2 Graad van leer

Die graad waartoe leerstof geleer word, word in die meeste gevalle verhoog deur leerstof by herhaling aan te bied (Slamecka, 1962, pp. 480-486). Hoe hoër die graad is waartoe leerstof geleer word, hoe beter word dit onthou, met ander woorde hoe minder gevoelig is dit vir interferensie.

Retro-aktiewe interferensie neem af indien die graad waartoe die oorspronklike leerstof geleer is, verhoog word, terwyl die graad van die geïnterpoleerde leerstof konstant bly (Fraisie en Piaget, 1970, p.324). In die geval waar sinvolle leerstof gebruik is en die geïnterpoleerde leerstof retro-aktiewe fasilitering tot gevolg gehad het, is hierdie fasilitering nie deur die oorleer van die oorspronklike leerstof beïnvloed nie (Ausubel, e.a., 1968, pp.250-255). Dit blyk dat, indien geïnterpoleerde leerstof interferensie tot gevolg het, oorleer van die oorspronklike leerstof interferensie verminder. Indien geïnterpoleerde leerstof retensie egter verbeter, het oorleer van die oorspronklike leerstof geen invloed op die fasilitering nie. Hieruit blyk dat "meganismes" wat fasilitering van die oorspronklike leerstof veroorsaak as gevolg van geïnterpoleerde leerstof, anders is as "meganismes" wat fasilitering tot gevolg het as gevolg van oorleer van die oorspronklike leerstof.

Indien die graad waartoe die oorspronklike leerstof geleer is, konstant bly, terwyl dié van die geïnterpoleerde leerstof verhoog word, vind meer retro-aktiewe interferensie plaas (Fraisie en Piaget, 1970, p.325). Gillman (1970, pp.51-56) het van sinvolle leerstof gebruik gemaak om die voorkoms van retro-aktiewe interferensie te ondersoek. Die geïnterpoleerde leerstof van die eksperimentele groep het ooreengekom met dié van die oorspronklike leerstof, terwyl die geïnterpoleerde leerstof van die kontrolegroep verskillend van die oorspronklike leerstof was. Gillman het gevind dat 'n herhaling van die geïnterpoleerde leerstof tot gevolg gehad het dat daar geen verskil in die herroep van die oorspronklike leerstof by die eksperimentele en kontrolegroep was nie. Hierdie resultate verskil van dié wat oor die algemeen by sinlose leerstof verkry is, naamlik dat 'n herhaling van die geïnterpoleerde leerstof meer retro-aktiewe interferensie tot gevolg het.

Dit blyk dat verskeie veranderlikes 'n rol speel by interferensie in sinvolle leerstof. Daarom bepleit Gillman faktoriale studies in hierdie veld.

Pro-aktiewe interferensie vergroot in die geval waar die oorspronklike leerstof tot 'n hoër kriterium geleer is as die geïnterpoleerde leerstof. Indien die omgekeerde plaasvind, verminder die voorkoms van interferensie (Fraisie en Piaget, 1970, pp. 330 en 332).

Ons kan die gevolgtrekking maak dat leerstof wat nie goed bemeester is nie, aanleiding tot interferensie gee, hetsy pro-aktief of retro-aktief. Om interferensie in gevalle waar dit moontlik kan voorkom, teen te werk, moet leerstof tot 'n hoër kriterium geleer word vóórdat nuwe leerstof aangebied word.

3.2.3 Tydsafstand

By interferensie is daar sprake van twee intervalle; die interval tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof, asook die interval tussen die herroep van leerstof en die oorspronklike aanbieding daarvan.

Indien die tydsverloop tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof vergroot, verhoog dit die differensiasie tussen die leerstofeenhede sodat interferensie afneem (Underwood en Freund, 1968, pp.50-54). Verskeie navorsers het egter, teenstrydig met die verwagtinge, gevind dat die interval tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof geen effek op retro-aktiewe interferensie het nie (Archer en Underwood, 1951, pp.283-290). Underwood en Freund (1968, pp.50-54) het egter gevind dat pro-aktiewe interferensie afneem, indien die interval tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof vergroot. Minder pro-aktiewe interferensie het voorgekom waar daar 'n periode van drie dae tussen die leerstofeenhede was, as in die geval waar die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof op dieselfde dag geleer is.

Die tydsverloop tussen die aanbieding van leerstof en die herroep daarvan beïnvloed retro-aktiewe sowel as pro-aktiewe interferensie. Underwood (1948, pp.29-38) het gevind dat retro-aktiewe interferensie minder was as pro-aktiewe interferensie na 'n retensie-interval van vyf ure. Na agt-en-veertig uur was daar geen verskil tussen retro-aktiewe en pro-aktiewe interferensie nie; retro-aktiewe interferensie het dus afgeneem, terwyl pro-aktiewe interferensie toegeneem het. Retro-aktiewe interferensie is dus hoër indien leerstof herroep moet word kort nadat dit geleer is, as in die geval waar 'n bepaalde tydsinterval toegelaat is. De Wet (1979, pp.139-145) het in sy ondersoek na die invloed van tydsverloop op retro-aktiewe interferensie van algebruikelike leerstof gebruik gemaak. 'n Week nadat die oorspronklike leerstof geleer is, is die geïnterpoleerde leerstof aangebied, terwyl retensie van die oorspronklike leerstof gewissel het van een dag, een week en een maand na die geïnterpoleerde leer. Retro-aktiewe interferensie kon aangetoon word na een dag, indien interferensie gemeet is in terme van die aantal interferensiefoute, maar geen beduidende verskille tussen eksperimentele en kontrolegroepe kon na een week of een maand vasgestel word nie, ook nie in die prestasies van die proefpersone na een dag, een week of een maand nie. Verder het dit geblyk dat retro-aktiewe interferensie aanvanklik vermeerder het (tussen een dag en een week) en toe weer beduidend verminder het (tussen een week en een maand).

Uit die studie van Underwood (1948, pp.29-38) blyk dit dat pro-aktiewe interferensie toeneem namate die interval tussen die leer en herroep van leerstof verleng word. Soortgelyke resultate is gevind in die studie van Greenberg en Underwood (1950, pp.452-457) asook dié van Slamecka (1961, pp.295-301). In laasgenoemde ondersoek moes leerstof herroep word na 'n retensie-interval van vyftien minute, dertig minute, een uur, of vier-en-twintig uur.

Dit blyk uit vorige navorsingsbevindinge dat die tydsfaktor in sekere gevalle daartoe bydra dat meer interferensie voorkom. Deur hierdie faktor te manipuleer, sal dit moontlik wees om die voorkoms van interferensie te verminder. Daarom is dit belangrik dat die onderwyser sal beplan op watter *tydsrit* leerstof aangebied en herroep moet word.

3.2.4 Hoeveelheid leerstof

Om die hoeveelheid leerstof te vermeerder, kan nuwe leerstof aangebied word of die bestaande leerstof kan vermeerder word.

In die geval van 'n retro-aktiewe paradigma waar die bestaande geïnterpoleerde leerstof in hoeveelheid vermeerder het, terwyl die oorspronklike leerstof konstant bly, neem interferensie toe (Sowder en Gaines, 1976, pp.180-182). Sowder en Gaines (1976, pp.180-182) het ook gevind dat pro-aktiewe interferensie toeneem indien die oorspronklike leerstof in hoeveelheid vermeerder.

In plaas van die lengte van 'n leertaak te varieer, kan verskeie take van dieselfde lengte aangebied word. Underwood (1945, pp.1-33) het vasgestel dat interferensie toeneem namate die aantal leertake toeneem. Nadat die proefpersone die oorspronklike leerstof geleer het, is 2, 3, twee, vier of ses geïnterpoleerde leerstofeenhede geleer waarin dieselfde stimuli voorgekom het as in die oorspronklike leerstof, maar die response verskil het. Retro-aktiewe interferensie het toegeneem namate die geïnterpoleerde leerstof toegeneem het. In 'n soortgelyke pro-aktiewe ontwerp is aangetoon dat meer pro-aktiewe interferensie voorkom indien die aantal vorige leerstofeenhede vermeerder.

Underwood (1957, pp.49-60) het gevind dat 'n leerstofeenheid wat vir die eerste keer geleer is, 75% korrek weergegee kon word na 'n tydinterval van vier-en-twintig uur. Die herroep van 'n leerstofeenheid het egter afgeneem namate vorige leerstofeenhede toegeneem het. Na twintig leerstofeenhede is die twintigste leerstofeenheid laer as 20% korrek weergegee. Uit die feit dat vorige leerstofeenhede telkens die herroep van die geïnterpoleerde leerstof bemoeilik het, kan afgelei word dat pro-aktiewe interferensie vir 'n groot persentasie van leerstof wat vergeet word, verantwoordelik is.

In die navorsing om vas te stel in watter opsig die hoeveelheid leerstof die voorkoms van interferensie beïnvloed, is in hoofsaak van sinlose leerstof gebruik gemaak. In die geval van sinvolle leerstof is die verwagting dat minder interferensie sal voorkom. Nogtans is dit belangrik om in 'n onderrigssituasie die hoeveelheid leerstof voortdurend in gedagte te hou. Deur groot hoeveelhede leerstof aan te bied, word die leerhandeling bemoeilik en gevolglik vergroot die moontlikheid van interferensie.

3.2.5 Wyse van leer

In 'n retro-aktiewe paradigma vind minder interferensie plaas indien die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof volgens verskillende metodes geleer word, in vergelyking met die geval waar dit volgens dieselfde metode geleer is (Houston en Reynolds, 1965, pp.387-392).

Bakker (1978, pp.77-78) het sinvolle oorspronklike, sowel as geïnterpoleerde leerstof deur verbale - en demonstrasie metodes aangebied. In die ondersoek het die metode van aanbieding nie 'n invloed op die voorkoms van interferensie gehad nie.

In die geval van wiskundige leerstof word dit algemeen aanvaar dat 'n leerling wat 'n wiskundige bewerking aan die hand van verskeie metodes suksesvol kan uitvoer, die leerstof beter verstaan as die leerling wat slegs een metode kan toepas (Barszcz en Gentile, 1976, pp. 176-182). Dit impliseer egter nie dat die verskillende metodes

aanvanklik geleer moet word wanneer die leerstof aangebied word nie, aangesien alternatiewe metodes moontlik interferensie tot gevolg kan hê. Barszcz en Gentile (1976, pp.176-182) het retro-aktiewe interferensie aangetoon in die geval waar dieselfde proefpersone twee metodes om 'n getal oor te skakel van 'n basis 10 na 'n basis 3 of 5 geleer het. Volgens die skrywers hoef interferensie nie altyd voor te kom indien alternatiewe metodes gebruik word om 'n wiskundige probleem op te los nie. Die ondersoek wys egter daarop dat positiewe oordrag nie as vanselfsprekend aanvaar kan word nie.

Die voorkoms van interferensie kan ook beïnvloed word deur die wyse waarvolgens waarnemingsmodaliteite by die leersituasie betrek word. In 'n onderrigsituasie speel visuele en ouditiewe waarneming 'n belangrike rol.

In die geval van visuele waarneming vind interferensie plaas indien 'n tweede leertaak die visuele aksie van die eerste onderbreek. Hierdie verskynsel kom voor indien die eerste leertaak nie meer visueel waarneembaar is wanneer die tweede leertaak aangebied word nie. Dit is ook moontlik dat die tweede leertaak nie die visuele aksie van die eerste onderbreek nie, maar daarmee integreer en sodoende diskriminasie tussen die leertake bemoeilik (Adams, 1976, pp.247-248).

Interferensie by ouditiewe waarneming kan geïllustreer word deur die suffikseffek. 'n Tipiese eksperiment om die suffikseffek te illustreer, kan soos volg uitgevoer word: die kontrolepersoon hoor 'n ry syfers, byvoorbeeld 296714385 en probeer om 296714385 te herroep. In die eksperimentele geval hoor die persoon 2967143853 en probeer om soos in die kontrolegeval 296714385 te herroep. Die enkele syfer wat in die eksperimentele geval bygevoeg is, veroorsaak 'n afname in die herroep van 296714385 (Adams, 1976, p.254).

Sekere studies toon aan dat indien die oorspronklike en geïnterpo-leerde leerstof verskillende modaliteite betrek, retro-aktiewe interferensie verminder, veral indien daar van 'n visuele aanbieding na 'n ouditiewe aanbieding oorgeskakel word. Die verandering van 'n

ouditiewe na 'n visuele aanbieding het geen effek nie (Duncan, e.a., 1972, p.41). Underwood (aangehaal deur Duncan, e.a., 1972, p.41) se verklaring is dat die ouditiewe komponent in 'n visuele taak groter is as die visuele komponent in 'n ouditiewe taak.

Indien leerstof verspreid oor 'n tydperk of gekonsentreerd binne 'n bepaalde periode aangebied word, sal dit die moontlikheid van interferensie beïnvloed.

Gekonsentreerde leer is minder effektief as verspreide leer ten opsigte van langtermynretensie (Gibson, 1976, p.285). Dit blyk dus dat indien leerstof gevoelig vir interferensie is, sodanige leerstof oor 'n bepaalde tydperk versprei moet word.

Houston en Reynolds (1965, pp.387-392) het gevind dat afgesien daarvan of die geïnterpoleerde leerstof in 'n retro-aktiewe paradigma verspreid of gekonsentreerd geleer is, dit nie die herroep van die oorspronklike leerstof beïnvloed het nie.

Underwood en Ekstrand (1967, pp.574-580) het in die geval van 'n pro-aktiewe paradigma gevind dat, indien die oorspronklike leerstof verspreid geleer was, minder pro-aktiewe interferensie voorgekom het.

Alhoewel leerstof makliker geleer en die retensie daarvan beter is indien dit verspreid aangebied word, kan ons nie sonder meer aanvaar dat interferensie op dié wyse uitgeskakel is nie. Wanneer leerstof in eenhede opgebreek word, verhoog dit die moontlikheid dat pro-aktiewe interferensie kumulatief kan opbou (Postman en Keppel, 1977, pp.376-403). Die moontlikheid van interferensie in die geval van verspreide leer hang af van die aantal eenhede, lengte van die eenhede, ooreenkoms tussen die eenhede en die graad waartoe die eenhede geleer is (Blair, e.a., 1975, p.240).

Ons kan die gevolgtrekking maak dat die wyse waarvolgens leerstof geleer word in 'n mate die aan- of afwesigheid van interferensie bepaal. Indien leerstof eenhede wat gevoelig vir interferensie is, deur verskillende metodes onderrig word, of verskillende waarnemings-modaliteite by die onderrig betrek word, sal dit die moontlikheid

van interferensie verminder. Minder interferensie sal ook voorkom indien die leerstof verspreid eerder as gekonsentreerd aangebied word. Die onderwyser kan dus die doeltreffendheid van sy onderrig verhoog deur die wyse waarop die leerstof geleer word, so aan te pas dat interferensie daardeur verminder of uitgeskakel word.

3.2.6 Konteksstimuli

Leerstof wat in 'n konteks geleer word waar dit met ander leerstof in verband gebring kan word, word beter herroep as in die geval waar leerstof as losstaande eenhede geleer word. Die konteks waarin 'n persoon leerstof leer, beïnvloed die organisasie van die geheue en vervul dus 'n belangrike rol wat die kodering en die stoor van leerstof betref (Ellis, 1978, p.106).

Andre (1973, pp.781-782) het die moontlikheid van retro-aktiewe interferensie in prosa ondersoek waar die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof verskil het ten opsigte van fisiese of organisatoriese konteks. Die fisiese konteks is verander deur 'n ander kleur papier en tipe tikwerk vir die geïnterpoleerde leerstof te gebruik as dit wat vir die oorspronklike leerstof gebruik is. In die geval waar die organisatoriese konteks verander is (die fisiese konteks konstant gehou), het woordvolgorde, sinskonstruksie en paragraaforde van die oorspronklike leerstof, verskil van dié van die geïnterpoleerde leerstof. 'n Verandering in fisiese konteks het, soos in vorige studies met sinlose leerstof ook die geval was, 'n vermindering van retro-aktiewe interferensie tot gevolg gehad. Die verandering in organisatoriese konteks het retro-aktiewe interferensie vergroot.

Uit bogenoemde ondersoek blyk dit dat interferensie tydens die onderrig en leer van leerstof verminder kan word indien die organisatoriese konteks waarin die leerstof aangebied word, konstant bly, terwyl die fisiese konteks afgewissel word. Dit is derhalwe die taak van die onderwyser om die konteks waarin leerstof aangebied word so te manipuleer, dat interferensie op dié wyse verminder of uitgeskakel sal word.

3.2.7 Toepassing van die geleerde stof

Wanneer leerstof toegepas word, bly die leerstof aktief in die geheue, wat latere herroep daarvan vergemaklik (Ellis, 1978, p.96). Bergan en Dunn (1976, p.289) beskou gebrek aan toepassing en oefening as 'n belangrike faktor wat bydra tot die voorkoms van interferensie. Deur herhaaldelike toepassing word die leerstof in die kognitiewe struktuur meer stabiel en gevolglik minder gevoelig vir interferensie.

Die toepassing van leerstof dra daartoe by dat die leerder meer bekend raak met die leerstof. Subjektiewe onduidelikhede wat aanleiding tot interferensie kan gee, word op hierdie wyse uitgeskakel. Toepassing moet egter betekenisvol wees, wat vereis dat die omstandighede waaronder leerstof toegepas word, so na as moontlik aan die omstandigheid waaronder die leerstof gebruik word, moet wees (Klausmeier, 1975, p.349).

In die geval van wiskundige leerstof is dit duidelik dat korrekte toepassing van begrippe in die leerstof die retensie daarvan sal bevorder en dus die moontlikheid van interferensie sal verminder.

3.2.8 Moeilikhedsgraad van die leerstof

Die moeilikhedsgraad van leerstof is hoog indien die leerstof totaal onbekend aan die leerder is, aangesien sodanige leerstof moeilik in verband gebring word met bestaande leerstof in die kognitiewe struktuur, wat dan aanleiding gee tot meganiese leer. Leerstof word verder bemoeilik indien die abstraktheid daarvan verhoog is dat die persoon 'n duidelike beeld van die inhoud kan vorm.

Volgens Jensen en Anderson (1970, pp.305-309) kon vorige ondersoeke nie interferensie in sinvolle leerstof aantoon nie, aangesien die leerstof wat in die ondersoeke gebruik was, relatief maklik was. Deur van moeilike en onbekende leerstof gebruik te maak, het Jensen en Anderson (1970, pp.305-309) retro-aktiewe interferensie in sinvolle leerstof aangetoon.

Aangesien wiskunde dikwels moeilik verstaanbaar is, is dit moontlik dat interferensie by die leer van wiskundige leerstof kan voorkom. Interferensie kan teengewerk word deur nuwe en moeilike leerstof op 'n eenvoudige en waar moontlik konkrete wyse aan te bied. Ons kan verwag dat leerstof wat maklik geleer word so goed geleer en in die kognitiewe struktuur van die leerder georganiseer word, dat dit nie in 'n groot mate deur ander leerstof geaffekteer sal word nie.

3.2.9 Sinvolheid van die leerstof

Die retensie van sinvolle (ook genoem betekenisvolle) leerstof is hoër as wat dit in die geval van sinlose leerstof is. Uit vorige navorsing blyk dit dat sinvolle leerstof makliker geleer en beter onthou word in vergelyking met sinlose leerstof wat gememoriseer moet word. Sinvolle leerstof word gouer geleer as sinlose leerstof en in die geval waar leerstof in hoeveelheid toeneem, word minder addisionele tyd benodig om sinvolle leerstof te leer in vergelyking met sinlose leerstof (Ausubel, e.a., 1978, pp.147-148).

Ons kan aanvaar dat die omvang van interferensie as oorsaak van vergeet kleiner sal wees in die geval van sinvolle leerstof as wat dit in die geval van sinlose leerstof is. Die voorkoms van interferensie in sinvolle (betekenisvolle) leerstof word volledig in hoofstuk 4 bespreek.

3.3 SAMEVATTING

Verskeie faktore wat verantwoordelik is vir die voorkoms van interferensie, is bespreek. Ons kan aanvaar dat hierdie faktore ook interferensie by wiskundige leerstof kan beïnvloed. Om hierdie rede is daar in die bespreking van die faktore veral klem gelê op ondersoeke waar sinvolle leerstof gebruik is en is daar by sekere van die faktore gewys op die verband wat daar bestaan tussen hierdie faktore en wiskundige leerstof.

DIE VOORKOMS VAN INTERFERENSIE BY SINVOLLE LEERSTOF

4.1 INLEIDING

Dit is alreeds genoem dat sinvolle leerstof (ook genoem betekenisvolle leerstof) makliker geleer en beter weergegee word as sinlose leerstof (vgl. par. 3.2.9). Nogtans kom interferensie dikwels in skoolleerstof voor. Tot dusver is in die navorsing oor interferensie hoofsaaklik van sinlose leerstof gebruik gemaak. Vanuit 'n opvoedkundige oogpunt het hierdie navorsing teoretiese waarde, tog het dit min praktiese waarde, aangesien daar in 'n opvoedkundige situasie meestal van sinvolle leerstof gebruik gemaak word.

Verskeie navorsers het ondersoek ingestel na die aan- of afwesigheid van interferensie by sinvolle leerstof. In hierdie hoofstuk word die begrip "sinvolle leerstof" bespreek asook sekere van die ondersoeke wat gedoen is oor die voorkoms van interferensie by sinvolle leerstof.

4.2 WAT IS SINVOLLE LEERSTOF

Sinvolle leerstof vertoon belangrike eienskappe wat egter afwesig is by sinlose leerstof. In 'n poging om te antwoord op die vraag wat sinvolle leerstof is, word enkele van hierdie eienskappe bespreek:

4.2.1 Verband met bestaande kennis

Leerstof is potensieel sinvol vir 'n leerder indien dit verband hou met bestaande leerstof in die kognitiewe struktuur. Hierdie aspek word veral deur Ausubel, e.a. (1978, p.41) beklemtoon.

Sinvolle leer vind plaas indien die leerder nuwe leerstof in verband kan bring met relevante leerstof wat reeds in die kognitiewe struktuur aanwesig is. Sinvolle leer is dus onmoontlik indien die leerstof nie potensieel sinvol is nie.

4.2.2 Assosiasies

Die mate waarin assosiasies in leerstof gevorm word, beïnvloed die sinvolheid daarvan. Hoe meer assosiasies rondom 'n begrip gevorm kan word, hoe meer sinvol is die begrip vir die leerder (Gibson, 1976, pp.278-279).

4.2.3 Voorstellingskrag van die leerstof

Leerstof is meer sinvol vir 'n leerder indien hy 'n duidelike beeld of voorstelling daarvan in sy geheue kan vorm. Daarom is dit makliker om konkrete leerstof as abstrakte leerstof te leer, aangesien 'n voorstelling van konkrete leerstof makliker in die geheue gevorm word (Bourne en Ekstrand, 1976, pp.125-126).

4.2.4 Bekendheid van die leerstof

Die bekendheid van leerstof aan die leerder bepaal ook die sinvolheid daarvan (Gibson, 1976, pp.278-279). Hoe meer 'n mens met 'n begrip te doen kry, hoe meer sinvol word dit. Indien 'n begrip voortdurend gebruik word, word dit later so bekend dat 'n omskrywing van die betekenis daarvan onnodig word.

4.2.5 Struktuur van die leerstof

Sinvolle leerstof het altyd 'n bepaalde struktuur sodat een van die vernaamste eienskappe van sinvolle leerstof die georganiseerdheid daarvan is (vgl. Wong, 1970, p.414). Indien leerstof georganiseerd is, word dit met groter gemak geleer, 'n groter hoeveelheid leerstof kan geleer word en die leerstof word vir 'n langer tydperk onthou as in die geval van leerstof waarin daar geen struktuur aanwesig is nie (vgl. Anderson en Faust, 1973, pp.451-456 en 471-474).

4.3 DIE VOORKOMS VAN INTERFERENSIE BY DIE LEER VAN SINVOLLE LEERSTOF

Volgens Ausubel, e.a. (1957, pp.335-343) het ooreenkoms tussen oorspronklike leerstof en geïnterpoleerde leerstof 'n ander verband met retro-aktiewe interferensie indien die leerstof sinvol is as wanneer dit sinloos is. By sinlose leerstof, waar die afwesigheid van konseptuele betekenis oordrag bemoeilik, gee spesifieke verskille in ooreenkomstige leerstofinhoud aanleiding tot interferensie. In die geval van sinvolle leerstof wat meer algemene konseptuele inhoud bevat, is die moontlikheid vir oordrag groter, sodat geïnterpoleerde leerstof wat konseptueel verskillend, maar in wese dieselfde is as die oorspronklike leerstof, retensie van die oorspronklike leerstof vergemaklik.

Ausubel, e.a. (1957, pp.335-343) het 'n eksperiment uitgevoer met die doel om retro-aktiewe interferensie en fasilitering te ondersoek. Een eksperimentele groep en drie kontrolegroepe het 'n stuk oor Boeddhisme geleer waarna hulle onmiddellik en weer agt dae later getoets is. Die geïnterpoleerde leer het 24 uur na die oorspronklike leerstofaanbieding, soos volg plaasgevind: die eksperimentele groep het 'n stuk geleer wat die Boeddhisme met die Christelike godsdiens vergelyk het. Een van die kontrolegroepe het die Boeddhistiese stuk oorgeleer, die ander het 'n stuk geleer wat slegs oor die Christelike godsdiens gehandel het, terwyl die derde kontrolegroep geen geïnterpoleerde leerstof ontvang het nie. Uit die ondersoek het eerstens geblyk dat pro-aktiewe interferensie eerder as retro-aktiewe interferensie vir vergeet verantwoordelik is. Tweedens dat geïnterpoleerde leerstof wat soortgelyk, maar nie identies aan die oorspronklike leerstof is nie, nie retro-aktiewe interferensie tot gevolg het nie. Dit het eerder retro-aktiewe fasilitering in dieselfde mate as in die geval waar die oorspronklike leerstof oorgeleer is, tot gevolg.

Entwistle en Huggins (1964, pp.75-78) het egter retro-aktiewe en pro-aktiewe interferensie aangetoon in natuurwetenskaplike leerstof. Die leerstof het gehandel oor elektriese stroombane. Die eksperimentele groep het beide volt- en stroombeginsels geleer, terwyl die kontrolegroep slegs voltbeginsels geleer het en daarna irrelevante leerstof oor rekenaarprogrammering. By die eksperimentele groep is retro-aktiewe interferensie aangetoon. Na drie lesings is 'n tweede eksperiment geloods. Die eksperimentele en kontrolegroepe het beide die oplossings van die knooppuntbeginsels geleer. Terwyl die eksperimentele groep die oplossings van die lusbeginsels geleer het, het die kontrolegroep irrelevante leerstof oor matrikse geleer. Retro-aktiewe interferensie is aangetoon by die eksperimentele groep. Verder het die eksperimentele groep meer foute ten opsigte van lusbeginsels gemaak as wat die kontrolegroep ten opsigte van knooppuntbeginsels gemaak het. Dit toon aan dat pro-aktiewe interferensie voorgekom het.

Ausubel, e.a. (1968, pp.250-255) lewer beswaar teen Entwistle en Huggins (1964, pp.75-78) se studie, aangesien die moontlikheid bestaan dat die leerstof wat gebruik is op 'n meganiese wyse geleer kan word. Na aanleiding van die studie van Entwistle en Huggins (1964, pp.75-78) het Ausubel, e.a. (1968, pp.250-255) die moontlikheid van retro-aktiewe interferensie verder ondersoek. In hierdie studie was Zen Boeddhisme as oorspronklike leerstof gebruik, Boeddhisme as geïnterpoleerde leerstof, terwyl 'n stuk oor dwelmverslawing as irrelevante leerstof gebruik is. Geen retro-aktiewe interferensie kon aangetoon word nie. Die geïnterpoleerde leerstof het in vergelyking met die irrelevante stuk oor dwelmverslawing retensie van die oorspronklike leerstof vergemaklik. Hierdie verskynsel is volgens die skrywers moontlik toe te skryf aan die feit dat die leerstof oor Boeddhisme, 'n hersiening van en beter duidelikheid in die Zen Boeddhistiese leerstof, tot gevolg gehad het.

Ausubel, e.a. (1968, pp.250-255) se kritiek teen Entwistle en Huggins (1964, pp.75-78) se ondersoek, naamlik dat meganiese leer moontlik kon plaasvind, is deur Gillman (1970, pp.51-56) uitgeskakel aangesien

daar in wese dieselfde leerstof en prosedures as dié in die Ausubel-onderzoek gebruik is. Gillman (1970, pp.51-56) se resultate ondersteun egter die van Entwistle en Huggins (1964, pp.75-78), aangesien hy retro-aktiewe interferensie in sinvolle leerstof waar daar 'n ooreenkoms tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof was, aangetoon het.

Anderson en Myrow (1971, pp.81-94) lewer kritiek teen die studie van Ausubel, e.a. (1968, pp.250-255) omdat die ooreenkomste en verskille tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof nie deeglik in aanmerking geneem is nie. Anderson en Myrow (1971, pp.81-94) het in hulle ondersoek van sinvolle leerstof gebruik gemaak. Retro-aktiewe interferensie is aangetoon waar stimuli in die oorspronklike leerstof en geïnterpoleerde leerstof ooreengekom het, terwyl die response verskil het. Retro-aktiewe fasilitering is aangetoon waar soortgelyke stimuli en soortgelyke response in die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof was. Volgens Anderson en Myrow (1971, pp.81-94) het vorige studies in prosa uit dele bestaan wat interferensie sowel as fasilitering tot gevolg gehad het, sodat die totale retro-aktiewe effek nul was.

Om die moontlikheid van meganiese leer by die studie van Anderson en Myrow (1971, pp.81-94) uit te skakel, het Anderson en Carter (1972, pp.443-448) in hulle studie proefpersone opdrag gegee om 'n duidelike beeld van die gebeurtenis in elke sin te vorm, om sodoende seker te maak dat die leerstof op 'n sinvolle wyse gekodeer word. Retro-aktiewe interferensie is in hierdie ondersoek aangetoon, wat die moontlikheid bevestig dat interferensie ook vir die vergeet van sinvolle leerstof verantwoordelik is.

Milonas (1976, pp.91-102) kon geen retro-aktiewe interferensie aantoon nie, alhoewel identiese leermateriaal en soortgelyke toetse as dié in Anderson en Myrow (1971, pp.81-94) se studie gebruik is. Die studie van Milonas verskil egter van dié van Anderson en Myrow ten opsigte van die grootte van die steekproef, toetsprosedures en proefpersone.

Die feit dat navorsingsbevindings oor die moontlike voorkoms van interferensie in sinvolle leerstof so uiteenlopend van aard is, kan toegeskryf word aan die feit dat dit moeiliker is om kontrole uit te oefen oor veranderlikes wat die leer van sinvolle leerstof beïnvloed, as wat die geval is by die leer van sinlose leerstof.

4.4 SAMEVATTING

Die mate waartoe assosiasies in leerstof gevorm kan word, die bekendheid, struktuur en organisasie daarvan, bepaal die sinvolheid van leerstof.

Volgens Ausubel kan sinvolle leer nie plaasvind indien die leerstof nie potensieel sinvol is nie. Interferensie kom slegs voor indien leerstof nie sinvol is nie en dus op 'n meganiese wyse geleer is.

Verskeie ondersoeke ondersteun bogenoemde stelling aangesien interferensie in die geval van sinvolle leerstof nie aangetoon kon word nie. In ander ondersoeke is interferensie egter by sinvolle leerstof aangetoon. Ons kan dus verwag dat interferensie ook by die leer van wiskundige leerstof sal voorkom. Die aard en omvang van interferensie by sinvolle leerstof blyk egter meer kompleks te wees as in die geval van sinlose leerstof. Om hierdie rede moet die struktuur van wiskundige leerstof en die wyse waarop dit geleer word, ontleed word ten einde die omstandighede waaronder wiskundige leerstof gevoelig vir interferensie is, vas te stel.

HOOFSTUK 5

WISKUNDIGE LEERSTOF

5.1 INLEIDING

In hierdie hoofstuk word aandag geskenk aan die struktuur van wiskundige leerstof, aangesien dit die sinvolheid daarvan bepaal, terwyl die sinvolheid van leerstof belangrike implikasies inhou vir die wyse waarop die leerstof geleer word en die mate waarin interferensie sal plaasvind.

Wiskundige leerstofeenhede kom as gevolg van die struktuur daarvan in 'n sekere mate ooreen, wat interferensie tydens die leer daarvan tot gevolg kan hê. 'n Indeling word gemaak van sodanige leerstofeenhede en voorbeelde waar interferensie moontlik kan voorkom, word bespreek.

Deur die indeling van wiskundige leerstof en voorbeelde van moontlike interferensie te bestudeer, kan sekere hipoteses wat aan die einde van die hoofstuk gestel is, afgelei word.

5.2 DIE STRUKTUUR VAN WISKUNDIGE LEERSTOF

In die logiese struktuur van wiskunde word daar van begrippe gebruik gemaak wat nie gedefinieer word nie aangesien ons aanvaar dat hierdie begrippe intuïtief aan almal duidelik is.

Deur 'n verband tussen hierdie ongedefinieerde begrippe te lê, word aksiomas gevorm wat ons as waar aanvaar.

Deur ongedefinieerde begrippe en aksiomas te gebruik, kan alle nuwe begrippe in wiskunde gedefinieer word in terme van aanvaarde begrippe en elke wiskundige bewering kan op 'n logiese wyse afgelei word uit die aksiomas. Wiskunde is dus deduktief van aard aangesien nuwe begrippe gedefinieer word in terme van ander begrippe en bewerings afgelei word uit ander bewerings (Weyl, 1949, p.3).

Die logiese struktuur van wiskunde bepaal noodwendig die hiërargiese struktuur daarvan, wat veronderstel dat 'n bepaalde wiskundige begrip eers geleer kan word nadat vorige begrippe bemeester is. Op hierdie wyse hou nuwe leerstof altyd verband met bestaande leerstof, sodat wiskundige leerstof potensieel sinvol is (vgl.par. 4.2).

5.3 LEER VAN WISKUNDIGE LEERSTOF

Wiskundige leerstof is nie net potensieel sinvol nie, maar word ook op 'n sinvolle wyse geleer, aangesien nuutgeleerde wiskundige leerstof, as gevolg van die logiese struktuur van die leerstof, in verband gebring moet word met bestaande kennis.

Wiskundige leerstof sluit alle vorms van leer in alhoewel die leer van begrippe en reëls en die gebruikmaking daarvan om probleme op te los, die meeste aandag in wiskunde geniet (Gagné, 1971, p.247). Wanneer 'n begrip geleer word, moet die leerder veralgemeen deur gemeenskaplike eienskappe van die komponente wat onderliggend aan die begrip is, op te merk. Dit impliseer dat die leerder die vermoë moet besit om onderskeid te kan tref tussen gemeenskaplike en nie-gemeenskaplike eienskappe van 'n begrip. Diskriminasieeler is dus 'n voorwaarde vir die leer van begrippe (Gagné, 1971, p.51).

Beginnels of reëls in wiskunde word geleer deur begrippe op 'n logiese wyse met mekaar in verband te bring. Begrippe moet dus eers bemeester word voordat reëls in wiskunde geleer kan word (vgl.Gagné, 1971, pp.56-57). Probleme in wiskunde word opgelos deur reëls op 'n bepaalde wyse te koppel. Indien 'n suksesvolle koppeling gevind word, het die persoon nie net die probleem opgelos nie, maar ook 'n strategie geleer om soortgelyke probleme op te los (vgl. Gagné, 1971, pp.214-215).

5.4 INDELING VAN WISKUNDIGE LEERSTOF

Uit paragrawe 5.2 en 5.3 is dit duidelik dat die logiese en hiërargiese struktuur van wiskunde die wyse bepaal waarvolgens begrippe

+ Eerste w
α " G. 4

geleer word en dus ook die retensie daarvan moet beïnvloed.

Waar twee wiskundige leerstofeenhede ooreenkom ten opsigte van logika, dit wil sê logies parallel verloop, maar die begrippe in die leerstofeenhede verskil, is dit moontlik dat die leerder as gevolg van die ooreenkoms in die logika nie voldoende onderskeid kan tref tussen die verskillende begrippe nie. Dit kan interferensie tot gevolg hê.

Indien twee wiskundige leerstofeenhede dieselfde of soortgelyke begrippe het, maar die logika van die leerstofeenhede verskil, is dit moontlik dat die leerder as gevolg van die ooreenkoms in begrippe nie die nodige onderskeid kan tref tussen die logika van elk van die leerstofeenhede nie. Gevolglik kan interferensie voorkom.

Die hiërargiese struktuur van wiskunde speel ook 'n rol in die leer en die retensie van wiskundige leerstof. Dit is moontlik dat interferensie kan voorkom indien een tipe leerstof ander soortgelyke leerstof insluit.

5.5 ENKELE GEVALLE WAAR INTERFERENSIE MOONTLIK IN WISKUNDE KAN VOORKOM

Daar bestaan verskeie voorbeelde in wiskunde waar leerlinge foute begaan wat toegeskryf kan word aan interferensie. In die lig van die indeling van wiskundige leerstof (vgl.par. 5.4) word enkele van die voorbeelde bespreek.

5.5.1 Voorbeelde van interferensie in wiskunde waar die leerstof- eenhede logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan

- (a) Aangesien 'n rekenkundige ry en meetkundige ry logies ooreenkom, maar die begrippe daarin verskil, is dit moontlik dat interferensie kan plaasvind. In die geval van die rekenkundige ry is $a, a + d, a + 2d, \dots$ die standaardvorm, $a + (n-1)d$ die n^{de} term, a die eerste term en d die konstante verskil. In die geval van die meetkundige ry is $a, ar, ar^2, \dots$ die standaardvorm, ar^{n-1} die n^{de} term, a die eerste term en r die konstante verhouding.
- (b) Die metode waarvolgens KGV bereken word, kan interfereer met die metode waarvolgens GGD bereken word, aangesien hulle in 'n groot mate ooreenkom.
- (c) In die volgende gevalle kan die leerstof in die regterkantste kolom verantwoordelik wees vir die voorkoms van interferensie by die leerstof in die linkerkantste kolom.

	Fout as gevolg van interferensie	Leerstof verantwoordelik vir interferensie
(i)	Oppervlakte van 'n driehoek is basis x loodregte hoogte [in plaas van $\frac{1}{2}(\text{basis} \times \text{loodregte hoogte})$]	Oppervlakte van 'n parallellogram is basis x loodregte hoogte
(ii)	Buitehoek van 'n driehoek is gelyk aan die teenoorstaande binnehoek (in plaas van die <u>som</u> van die teenoorstaande binnehoeke)	Buitehoek van 'n koordevierhoek is gelyk aan die teenoorstaande binnehoek

- 5.5.2 Voorbeelde van interferensie in wiskunde waar die leerstofeenhede uit soortgelyke of identiese begrippe bestaan, maar wat ten opsigte van logika verskillend is.
- (a) Wiskundige uitdrukkings soos $\sin A + \sin B$ en $\sin(A + B)$. In beide gevalle is daar 'n Sinusfunksie ter sprake. Dieselfde begrip word dus gebruik, maar die logika van $\sin A + \sin B$ verskil van dié van $\sin(A + B)$. Netso word dieselfde begrippe gebruik by $2 \cos \theta$ en $\cos 2\theta$, maar die logika wat daarmee gepaard gaan, verskil.
- (b) By sommige meetkundige stellings en die omgekeerde daarvan word dieselfde begrippe gebruik, maar die logika van die een is die omgekeerde van die ander. Wat by die stelling "gegee" word, word by die omgekeerde "gevra". Die moontlikheid bestaan dat interferensie in die bewyse van die stelling en omgekeerde kan voorkom.
- (c) In die volgende gevalle kan die leerstof in die regterkantste kolom verantwoordelik wees vir die voorkoms van die interferensie by die leerstof in die linkerkantste kolom.

	Fout as gevolg van interferensie	Leerstof verantwoordelik vir interferensie
(i)	$\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$	$\sqrt{(a + b)^2} = a + b$
(ii)	$\sqrt{a^9} = a^3$ i.p.v. $a^{\frac{9}{2}}$	$\sqrt{9} = 3$
(iii)	$\frac{a^{6x}}{a^{2x}} = a^3$ i.p.v. $a^{6x - 2x} = a^{4x}$	$\frac{6x}{2x} = 3$

	Fout as gevolg van interferensie	Leerstof verantwoordelik vir interferensie
(iv)	$x^3 \cdot y^4 = xy^7$	$x^3 \cdot x^4 = x^7$
(v)	$\frac{x}{y} + \frac{3}{4} = \frac{9}{6}$ dus $6(x + 3) = 9(y + 4)$	$\frac{x}{y} = \frac{9}{6}$ dus $6x = 9y$
(vi)	$x^2 \cdot x^3 = x^6$	$(x^2)^3 = x^6$
(vii)	$\frac{4c(3b + 2a)}{2a} = 12bc$	$\frac{2a(4b + 3c)}{2a} = 4b + 3c$
* (viii)	$x^3 + x^2 = x^5$	$x^3 \cdot x^2 = x^5$
* (ix)	$x^3 + x^3 = 2x^6$	$x^3 \cdot x^3 = x^6$
* (x)	$\sqrt{x^3} + \sqrt{x^2} = \sqrt{x^5}$	$\sqrt{x^3} \cdot \sqrt{x^2} = \sqrt{x^5}$
* (xi)	$\frac{a + b}{b} = a$	$\frac{a \cdot b}{b} = a$
* (xii)	$\frac{6}{7} + \frac{3}{5} = \frac{9}{12}$	$\frac{6}{7} \times \frac{3}{5} = \frac{18}{35}$

- * Nos. (viii) tot (xii) is enkele voorbeelde waar die geïnterpoleerde leerstof en oorspronklike leerstof presies dieselfde is behalwe vir die operators wat verskil, wat tot gevolg het dat die logika verskil-lend is.

5.5.3 Voorbeelde van interferensie in wiskunde waar 'n leerstof-eenheid ingesluit word in 'n daaropvolgende leerstofeenheid

Wiskunde vertoon soms 'n hiërargiese patroon wat tot gevolg het dat die geïnterpoleerde leerstof eers geleer kan word nadat die oorspronklike leerstof geleer is:

- (a) 'n Leerling leer dat die teenoorgestelde hoeke van 'n koordevierhoek supplementêr is, gebruik dit om te bewys dat die buitehoek van 'n koordevierhoek gelyk is aan die teenoorstaande binnehoek en reageer dan verkeerdelik deur te beweer dat die teenoorstaande hoeke van 'n koordevierhoek gelyk is.
- (b) Interferensie kan plaasvind in die geval van 'n rekenkundige ry en rekenkundige reeks, aangesien die beginsels van 'n rekenkundige reeks dié van die rekenkundige ry insluit.
- (c) Aangesien elke getalstelsel (beginnende by die natuurlike getalle) 'n deelvorsameling van die daaropvolgende stelsel is, raak dit moeilik vir die leerder om tussen die getalstelsels te onderskei, wat aanleiding tot interferensie kan gee.

5.6 SAMEVATTING

As gevolg van die struktuur van wiskundige leerstof lei ons af dat wiskunde potensieel sinvol is en sinvol geleer kan word.

Wiskundige leerstof kan op 'n bepaalde wyse ingedeel word en na aanleiding van hierdie indeling is 'n aantal voorbeelde in wiskunde waar interferensie kan voorkom, bespreek.

5.7 HIPOTSES

5.7.1 Inleiding

Die doel van die ondersoek is om die voorkoms van interferensie by die leer van wiskundige leerstof aan te toon. Vir dié doel is wiskundige leerstof op 'n bepaalde wyse ingedeel (vgl. par. 5.4), waaruit die volgende hipoteses afgelei kan word:

5.7.2 Hipotese 1

Retro-aktiewe interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die logika van die oorspronklike leerstof en geïnterpoleerde leerstof parallel verloop, maar die begrippe in die oorspronklike leerstof van dié in die geïnterpoleerde leerstof verskil.

5.7.3 Hipotese 2

Pro-aktiewe interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die logika van die oorspronklike leerstof en geïnterpoleerde leerstof parallel verloop, maar die begrippe in die oorspronklike leerstof van dié in die geïnterpoleerde leerstof verskil.

5.7.4 Hipotese 3

Retro-aktiewe interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die begrippe in die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof soortgelyk of identies is, maar die logika van die oorspronklike leerstof van dié in die geïnterpoleerde leerstof verskil.

5.7.5 Hipotese 4

Pro-aktiewe interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die begrippe in die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof soortgelyk of identies is, maar die logika van die oorspronklike leerstof van dié in die geïnterpoleerde leerstof verskil.

5.7.6 Hipotese 5

Interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die leerstof 'n besliste hiërargiese struktuur het, wat tot gevolg het dat die geïnterpoleerde leerstof die oorspronklike leerstof insluit.

In die volgende hoofstuk word hierdie hipoteses deur middel van 'n eksperimentele ondersoek getoets.

METODE VAN ONDERSOEK

6.1 INLEIDING

Om die voorkoms van interferensie in wiskundige leerstof aan te toon, is daar 'n indeling van die leerstof gemaak (vgl. par. 5.4). Hieruit is vyf hipoteses afgelei (vgl. par. 5.7).

Om die hipoteses te toets, is van die voorbeelde wat in par.5.5 genoem is, as leerinhoud in retro- en pro-aktiewe paradigmas aangebied. Eksterne faktore wat interferensie kan beïnvloed, asook sekere implikasies van die interferensieteorieë, is tydens die beplanning van die ondersoek in aanmerking geneem.

6.2 SAMEVATTING VAN DIE METODE VAN ONDERSOEK

Soos reeds gemeld in par. 6.1, is 'n indeling van wiskundige leerstof gemaak waaruit die hipoteses afgelei is. Die leerstof wat in die ondersoek gebruik is, is na aanleiding van hierdie indeling gekies.

Dit is moontlik dat wiskundige leerstofeenhede waarvan die begrippe verskil, logies parallel kan verloop. As voorbeeld van sodanige leerstof is die meetkundige en rekenkundige ry gebruik.

Verder kan wiskundige leerstofeenhede uit dieselfde begrippe bestaan, terwyl die logika waarin dit voorkom verskillend is. 'n Meetkundige stelling en die omgekeerde van die stelling is in hierdie geval gebruik.

As gevolg van die hiërargiese aard van wiskundige leerstof is dit moontlik dat die oorspronklike leerstof in die geïnterpoleerde leerstof vervat kan wees. Die leerstof wat vir hierdie geval gekies is, is die rekenkundige ry as oorspronklike leerstof en die rekenkundige reeks as geïnterpoleerde leerstof.

Die onderrig van en toetse oor die leerstof is deur die navorser self behartig. Honderd-twee-en-vyftig standaard 8-leerlinge is op ewekansige wyse in 10 groepe verdeel, bestaande uit 5 eksperimentele en 5 kontrolegroepe. Die oorspronklike leerstof is in 'n periode van 40 minute onderrig. Na 'n rusperiode van 5 minute is 'n evalueringstoets geskryf waarvoor 15 minute toegelaat is. Hierna is die geïnterpoleerde leerstof op dieselfde wyse aangebied en getoets. Waar die oorspronklike of geïnterpoleerde leerstof nie aangebied is nie, het die groep die normale klasrooster gevolg. Die retensietoets is in beide die retro- en pro-aktiewe paradigmas een uur nadat die geïnterpoleerde leerstof geleer is en twee ure nadat die oorspronklike leerstof geleer is, afgelê.

Daar is deurgaans getrag om eksterne faktore wat interferensie moontlik kan beïnvloed, konstant te hou.

Om die hipoteses te toets, is die t-toets vir onafhanklike gegewens gebruik.

6.3 KEUSE VAN LEERSTOF

Op grond van die indeling van wiskundige leerstof is 'n aantal voorbeelde, waar interferensie moontlik kan voorkom, in par. 5.5 bespreek. Uit hierdie voorbeelde is die leerstof gekies ten einde die hipoteses te toets.

6.3.1 Die keuse van wiskundige leerstofeenhede wat logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan

In hierdie geval is die rekenkundige ry en meetkundige ry gebruik. By die rekenkundige ry is a die eerste term. Elke daaropvolgende term word verkry deur dieselfde getal (positief of negatief) by die voorafgaande term te tel. Die getal wat bygetel word, word die *konstante verskil* genoem en dit word aangedui met die simbool d . Die standaardvorm van 'n rekenkundige ry is $a, a+d, a+2d, \dots$

en die n -de term is $a+(n-1)d$. Die meetkundige ry word logies op 'n soortgelyke wyse opgebou: a is die eerste term en elke daaropvolgende term word verkry deur dieselfde getal (positief of negatief) met die voorafgaande term te vermenigvuldig. Hierdie getal word die *konstante faktor* genoem en word aangedui met die simbool r . Die standaardvorm van 'n meetkundige ry is $a, ar, ar^2, \dots$ en die n -de term is ar^{n-1} . Hierdie leerstof kom in die standaard 10 - wiskundesillabus van die Transvaalse Onderwysdepartement voor. Aangesien die leerstof maklik verstaanbaar is en voorafgaande leerstof vir die leer van die gekose leerstof reeds op standaard 8-vlak behandel is, is besluit om die gekose leerstof op 'n vereenvoudigde wyse aan standaard 8-leerlinge te onderrig.

6.3.2 Die keuse van wiskundige leerstofeenhede wat uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar wat die logika betref, verskillend is

Die leerstof wat vir hierdie geval gekies is, is die volgende meetkundige stelling (vgl. par. 5.5.2(b)): *die lyn deur die middelpunt van een sy van 'n driehoek, ewewydig aan die tweede sy, halveer die derde sy*. Die omgekeerde van die stelling is: *die lyn deur die middelpunte van twee sye van 'n driehoek is ewewydig aan die derde sy*. In beide die stelling en die omgekeerde word daar van dieselfde begrippe gebruik gemaak, naamlik ewewydige lyne, parallelogramme en kongruente driehoeke. Die logika van die stelling verskil egter van dié van die omgekeerde. Hierdie stelling en omgekeerde verskyn in die standaard 8-wiskundesillabus van die Transvaalse Onderwysdepartement.

6.3.3 Die keuse van 'n wiskundige leerstofeenheid wat ingesluit word in 'n daaropvolgende leerstofeenheid as gevolg van die hiërargiese struktuur van wiskunde

In hierdie geval is die rekenkundige ry as oorspronklike leerstof geleer en die rekenkundige reeks as geïnterpoleerde leerstof. Die

formule om die som van 'n rekenkundige reeks te bepaal, word afgelei deur van die beginsels van 'n rekenkundige ry gebruik te maak. Hierdie formules is:

$$S_n = \frac{n}{2}(a + l), \text{ indien daar 'n laaste term } (l) \text{ is, of}$$

$$S_n = \frac{n}{2}[2a + (n-1)d], \text{ indien die laaste term onbekend is.}$$

6.4 NAVORSINGSONTWERP

Ten einde die hipoteses wat in par. 5.7 gestel is te toets, moes die verskillende gekose leerstofeenhede (vgl. par. 6.3) in 'n pro-aktiewe, sowel as retro-aktiewe paradigma onderrig word. Daar is op die volgende ontwerp besluit:

Tabel 6.1 NAVORSINGSONTWERP OM RETRO- EN PRO-AKTIEWE INTERFERENSIE BY WISKUNDIGE LEERSTOF TE ONDERSOEK WAAR DIE OORSPRONKLIEKE (O.L.) EN GEÏNTERPOLEERDE (I.L.) LEERSTOF LOGIES PARALLEL VERLOOP, MAAR UIT VERSKILLENDIGE BEGRIPE BESTAAN

	Groep nr. *	Aantal in groep	Oorspronklike leerstof	Geïnterpoleerde leerstof	Toets
Retro-aktiewe ontwerp	1	14	Meetkundige ry	Rekenkundige ry	Meetkundige ry
	6	16	Meetkundige ry	-	Meetkundige ry
Pro-aktiewe ontwerp	2	15	Rekenkundige ry	Meetkundige ry	Meetkundige ry
	7	15	-	Meetkundige ry	Meetkundige ry

* Groepe 1 en 2 is eksperimentele groepe, terwyl groepe 6 en 7 as kontrolegroepe gebruik is.

Tabel 6.2 NAVORSINGSONTWERP OM RETRO- EN PRO-AKTIEWE INTERFERENSIE BY WISKUNDIGE LEERSTOF TE ONDERSOEK WAAR DIE OORSPRONKLIKE (O.L.) EN GEÏNTERPOLEERDE (I.L.) LEERSTOF UIT SOORTGELYKE OF IDENTIESE BEGRIPPE OPGEBOU IS MAAR WAT DIE LOGIKA BETREF, VERSKILLEND IS.

	Groep nr. ^A	Aantal in groep	Oorspronklike leerstof	Geïnterpoleerde leerstof	Toets
Retro- aktiewe ontwerp	3	15	Stelling	Omgekeerde van stelling	Stelling
	8	14	Stelling	-	Stelling
Pro- aktiewe ontwerp	4	15	Omgekeerde van stelling	Stelling	Stelling
	9	15	-	Stelling	Stelling

Tabel 6.3 NAVORSINGSONTWERP OM RETRO-AKTIEWE INTERFERENSIE BY WISKUNDIGE LEERSTOF TE ONDERSOEK WAAR DIE OORSPRONKLIKE LEERSTOF (O.L.) INGESLUIT WORD IN DIE GEÏNTERPOLEERDE LEERSTOF (I.L.)

	Groep Nr. ^A	Aantal in groep	Oorspronklike leerstof	Geïnterpoleerde leerstof	Toets
Retro- aktiewe ontwerp	5	16	Rekenkundige ry	Rekenkundige reeks	Rekenkun- dige ry
	10	17	Rekenkundige ry	-	Rekenkun- dige ry

^A Groepe 3 en 4 is eksperimentele groepe, terwyl groepe 8 en 9 as kontrolegroepe gebruik is.

^A Groep 5 is as eksperimentele groep gebruik en groep 10 as kontrolegroep.

6.5 MEETINSTRUMENTE

6.5.1 Toetse

By elk van die eksperimentele groepe is 3 toetse tydens die onderrig deur die navorser self afgeneem. Nadat die oorspronklike leerstof onderrig is en ook nadat die geïnterpoleerde leerstof onderrig is, is 'n toets deur die proefpersone afgelê om vas te stel hoedanig hulle insig in en kennis van die leerstof verkry het. Daar sal deurgaans na hierdie toetse verwys word as evalueringstoetse om dit sodoende te onderskei van retensietoetse, wat telkens as natoets gebruik is om vas te stel in watter mate interferensie as gevolg van voorafgaande of daaropvolgende leerstof voorgekom het.

By elk van die kontrolegroepe is 2 toetse afgeneem: 'n evalueringstoets nadat die oorspronklike of geïnterpoleerde leerstof onderrig is en 'n retensietoets.

6.5.2 Aard van die toetse

In die geval van die rekenkundige ry, meetkundige ry en rekenkundige reeks is in al die toetse van meervoudige keuse-vrae gebruik gemaak. Meervoudige keuse-vrae oor wiskundige bewerkings verskil nie in 'n groot mate van vrae waarvan die bewerkings uitgeskryf moet word nie. In albei gevalle moet die persoon die bewerkings self doen aangesien slegs die moontlike antwoord (en nie die vorige stappe nie), in 'n meervoudige keuse-toets gegee word. Nadat die bewerking dus selfstandig voltooi is, word slegs die antwoord met die verskillende moontlikhede vergelyk. Meervoudige keuse-toetse het egter dié voordeel dat dit vinniger en meer objektief nagesien kan word.

In die geval van wiskundige bewyse is dit moeilik om 'n meervoudige keuse-toets saam te stel. Daarom moes die proefpersone by die stelling en die omgekeerde die bewyse volledig uitskryf.

6.5.3 Toetsmateriaal

In die toetse waar daar van meervoudige keuse-vrae gebruik gemaak is, het elke proefpersoon 'n vraestel en 'n antwoordblad waarop die keuses aangebring kan word, ontvang. By die evalueringstoetse is 3 of 4 keuses gegee (vgl. bylaag B, toetse B1, B2 en B5). In die geval van die retensietoetse is 5 keuses gegee (vgl. bylaag C, toetse C1 en C3). Die toetse is opgestel volgens die onderrig wat die leerlinge ontvang het (vgl. bylaag A).

In die geval van die stelling en die omgekeerde is die bewoording, skets, "gegee", "gevra" en "konstruksie" by die evalueringstoets gegee. Die proefpersone moes slegs die bewys uitskryf (bylaag B, toetse B3 en B4). In die retensietoets is slegs die bewoording en 'n skets gegee. Die "gegee", "gevra", "konstruksie" asook die bewys moes die proefpersone self uitskryf (vgl. bylaag C, toets C2).

6.5.4 Nasien van toetse

In die geval van die meervoudige keuse-toetse is die toetse met behulp van 'n masker nagesien. Elke korrekte keuse het een punt getel. By die stelling en die omgekeerde, waar die antwoorde uitgeskryf moes word, is die onderskeie toetse volgens die memoranda in bylaag D nagesien.

6.6 KEUSE VAN PROEFPERSONE

Weens praktiese redes kon slegs drie sekondêre skole in Transvaal by die ondersoek betrek word. Uit hierdie skole is altesaam 152 standaard 8-leerlinge wat wiskunde as vak op hoër graad geneem het, as proefpersone in die ondersoek gebruik.

Die eksperimentele en kontrolegroep wat met mekaar vergelyk moes word ten einde 'n hipotese te toets, is telkens op die volgende wyse uit dieselfde klas getrek: die name van die leerlinge in die klas is alfabeties neergeskryf. Daarna is aan elkeen 'n nommer toegeken.

Met behulp van ewekansige tabelle (Ary, e.a., 1972, pp.366-370) is die leerlinge in twee groepe verdeel. Daarna is op ewekansige wyse besluit watter een die eksperimentele en watter een die kontrolegroep moes wees. Die aantal proefpersone in die verskillende groepe word in tabel 6.4 gegee.

Tabel 6.4 DIE AANTAL PROEFPERSONE IN DIE VERSKILLEND GREEPE

Groep Nr.	Aantal proefpersone in die groep
1	14
2	15
3	15
4	15
5	16
6	16
7	15
8	14
9	15
10	17
Totaal	152

6.7 NAVORSINGSPROSEDURE

6.7.1 Onderrig en toetstyd

In al die gevalle is die oorspronklike leerstof in 'n periode van 40 minute onderrig waarna die proefpersone 5 minute gerus het voordat 'n 15 minute evalueringstoets (vgl. par. 6.5.1) oor die leerstof gegee is. Hierna is die geïnterpoleerde leerstof op dieselfde wyse aangebied en getoets. Waar die oorspronklike of geïnterpoleerde leerstof nie aangebied is nie, het die betrokke groep die normale klasrooster gevolg.

Uit vorige navorsing blyk dit dat die interval tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof aanleiding gee tot meer retro- en pro-aktiewe interferensie indien hierdie tydsinterval kort is (vgl. Underwood en Freund, 1968, pp.50-54). Om dié rede is die tydsinterval in hierdie ondersoek tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof so kort as wat prakties moontlik was gehou, naamlik 20 minute.

Betreffende die interval tussen die aanbieding van die leerstof en die herroep daarvan, blyk dit uit vorige navorsing dat meer retro-aktiewe interferensie voorkom indien die oorspronklike leerstof herroep moet word kort nadat die geïnterpoleerde leerstof geleer is (vgl. par. 3.2.3). In die geval van pro-aktiewe interferensie blyk dit egter dat meer interferensie voorkom indien hierdie interval verleng word (vgl. par. 3.2.3). Om dié rede is besluit dat die retensietyd verleng sal word, maar slegs met 'n kort tydsafstand om op dié wyse ook die invloed van retro-aktiewe interferensie vas te stel. Gevolglik is die retensietoetse 1 uur nadat die geïnterpoleerde leerstof geleer is en 2 ure nadat die oorspronklike leerstof geleer is, afgelê.

6.7.2 Aanbieding van die leerstof

Die leerstof is deur die navorser self onderrig om sodoende eksterne faktore gekontroleerd te hou. Die prosedure wat by die aanbieding van die verskillende leerstofeenhede gevolg is, word in bylaag A uiteengesit.

6.7.3 Kontrole oor eksterne faktore

Daar is in die eksperimentele opset in die geheel gepoog om eksterne faktore wat die voorkoms van interferensie kan beïnvloed waar moontlik gekontroleerd te hou.

6.7.3.1 Graad van leer (vgl. par. 3.2.2)

In al die gevalle was die leerstof wat aangebied is, onbekend aan die proefpersone. Die leerstof is slegs een keer aangebied.

Die graad waartoe die eksperimentele en kontrolegroepe die leerstof bemeester het, kan intuïtief vasgestel word deur die gemiddeldes van die evalueringstoetse te vergelyk. Hierdie gemiddeldes word in tabelle 7.1, 7.2 en 7.3 gegee. Aangesien daar nie groot verskille tussen hierdie gemiddeldes bestaan nie, kan ons vir die doel van hierdie eksperiment, die graad van leer in die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof as dieselfde beskou.

6.7.3.2 Tydsafstand (vgl. par. 3.2.3)

Die tydsafstand tussen die oorspronklike leerstof en die geïnterpoleerde leerstof, asook die periode tussen die leer en herroep van die leerstof, was vir elke stel leerstofeenhede presies dieselfde (vgl. par. 6.7.1).

6.7.3.3 Hoeveelheid leerstof (vgl. par. 3.2.4)

Alhoewel verskillende leerstofeenhede gebruik is, is die hoeveelheid daarvan konstant gehou deur die periode waarin dit aangebied moes word, op 40 minute vas te stel.

6.7.3.4 Wyse van leer (vgl. par. 3.2.5)

Die metode van aanbidding en die wyse waarop die modaliteite by die onderrigssituasie ingeskakel was, het deurentyd dieselfde gebly. Leerstof is verbaal oorgedra, terwyl daar voortdurend van die swartbord gebruik gemaak is. Verder was die leerstofeenhede nie onderverdeel om oor 'n tydperk verspreid aangebied te word nie, maar is die leerstofeenhede telkens as 'n geheel binne 'n periode van 40 minute afgehandel.

6.8 VERWERKING VAN DIE GEGEWENS

Die beduidendheid van die resultate wat uit die retensietoets verkry is, is vasgestel deur van die t-toets gebruik te maak. Die t-toets vir twee stelle onafhanklike gegewens is gebruik, aangesien die gegewens bestaan het uit punte in een toets behaal deur twee groepe persone (vgl. McGee, 1971, p.146).

Die rekenkundige gemiddeldes van die eksperimentele groepe is met die volgende formule bereken:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N_x}$$

waar $\bar{X}$ die gemiddelde punt van 'n bepaalde eksperimentele groep, $\sum X$ die som van die punte ($x_1, x_2, \dots, x_n$) van die proefpersone in daardie groep en N_x die aantal persone in die groep voorstel.

Op dieselfde wyse is $\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N_y}$ telkens vir 'n kontrolegroep bereken.

Die standaardafwykings van die eksperimentele groepe is volgens die formule

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N_x}}{N_x}} \quad \text{bereken}$$

en in die geval van die kontrolegroepe volgens die formule

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N_y}}{N_y}} \quad (\text{vgl. McGee, 1971, p.147}).$$

Die geskatte standaardafwyking van die universum is soos volg bereken:

$$\hat{S} = \sqrt{\frac{N_x S_x^2 + N_y S_y^2}{N_x + N_y - 2}} \quad (\text{vgl. McGee, 1971, p.147}).$$

Die standaardfout van die verskil tussen die twee gemiddeldes is volgens die formule

$$SE_{\bar{x} - \bar{y}} = \hat{S} \sqrt{\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_y}} \quad \text{bereken}$$

en die t-waarde volgens die formule

$$t = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{SE_{\bar{x} - \bar{y}}} \quad (\text{vgl. McGee, 1971, p. 147}).$$

Die berekende t-waarde is met behulp van die t-tabel (McGee, 1971, p. 358) geïnterpreteer.

HOOFSTUK 7

RESULTATE EN GEVOLGTREKKING

7.1 INLEIDING

Vyf hipoteses is gestel (vgl. par. 5.7). Die t-toets vir onafhanklike gegewens is gebruik om die hipoteses te toets (vgl. par. 6.8).

In al die gevalle waar eksperimentele en kontrolegroepe met mekaar vergelyk is, is as nul-hipotese gestel dat daar geen verskil in die prestasie van die twee groepe is nie.

7.2 RESULTATE IN DIE GEVAL WAAR WISKUNDIGE LEERSTOFEEENHEDE LOGIES PARALLEL VERLOOP, MAAR UIT VERSKILLENDENEGRIPPE BESTAAN

Twee hipoteses is vir hierdie geval afgelei, naamlik hipotese 1 (vgl. par. 5.7.2) en hipotese 2 (vgl. par. 5.7.3). Volgens hipotese 1 en 2 sal retro- sowel as pro-aktiewe interferensie voorkom indien wiskundige leerstofeenhede logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan. As voorbeeld van sodanige leerstof is die rekenkundige en meetkundige ry gekies. Twee eksperimentele en twee kontrolegroepe is gebruik om die hipoteses te toets (vgl. tabel 6.1).

Die gemiddelde punte wat in die evaluerings- en retensietoetse behaal is, word in tabel 7.1 gegee.

Tabel 7.1 GEMIDDELDE PUNTE VAN DIE EKSPERIMENTELE EN KONTROLEGROEPE IN DIE GEVAL WAAR DIE WISKUNDIGE LEERSTOFEEENHEDE LOGIES PARALLEL VERLOOP, MAAR UIT VERSKILLENDEN BEGRIPE BESTAAN

	Groep nr.	Aantal in die groep	Evaluerings-toets van die O.L.	Evaluerings-toets van die I.L.	Retensie-toets	Standaard-afwyking van die punte behaal in die retensietoets
Retro-aktiewe ontwerp	1	14	60	79,6	70	1
	6	16	60	-	60	1
Pro-aktiewe ontwerp	2	15	86,6	72	74	1,7
	7	15	-	69,3	69,3	2,46

7.2.1 Hipotese 1

Hierdie hipotese is soos volg geformuleer (vgl. par. 5.7.2): retro-aktiewe interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die logika van die oorspronklike leerstof en geïnterpoleerde leerstof parallel verloop, maar die begrippe in die oorspronklike leerstof van dié in die geïnterpoleerde leerstof verskil.

Die gegewens van groepe 1 en 6 is vergelyk. Die eksperimentele groep (groep 1) het die meetkundige ry as oorspronklike leerstof geleer en die rekenkundige ry as geïnterpoleerde leerstof. Die kontrolegroep (groep 6) het slegs die meetkundige ry as oorspronklike leerstof geleer. Die gemiddelde punt in die retensietoets van die eksperimentele groep was 70% en dié van die kontrolegroep 60%. Daar is gevind dat $t(28) = 2,70$, $p < 0,02$.

Daar bestaan dus 'n beduidende verskil in die gemiddeldes van die eksperimentele en kontrolegroep. Die gemiddelde punt van die

eksperimentele groep is egter hoër as dié van die kontrolegroep. Die rigting van die verskil tussen die gemiddeldes is dus anders as wat verwag is, naamlik dat die gemiddeld van die eksperimentele groep laer as dié van die kontrolegroep sou wees. Alhoewel daar 'n beduidende verskil in die gemiddeldes van die eksperimentele en kontrolegroep is, kan die nulhipotese nie verwerp word nie. Retro-aktiewe interferensie kon dus nie aangetoon word nie. Die hoër gemiddeld van die eksperimentele groep dui eerder op retro-aktiewe fasilitering.

Die onderrig van die rekenkundige ry wat 'n parallele logika met die meetkundige ry het, het dus die herroep van die meetkundige ry eerder bevorder. Dit kan enersyds toegeskryf word aan die herhaling van die logika en andersyds aan die verskillende begrippe in die rekenkundige ry en meetkundige ry wat genoegsame differensiasie tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof tot gevolg gehad het.

Ausubel, e.a. (1957, pp.334-343) het soortgelyke resultate gevind. In die ondersoek van Ausubel het die proefpersone leerstof oor Boeddhisme en Christelike godsdiens ontvang. Die leerstofeenhede het dus, soos die leerstof wat gebruik is om hipotese 1 te toets, uit verskillende begrippe bestaan. Die Boeddhisme wat as oorspronklike leerstof geleer is, kon in so 'n mate van die geïnterpoleerde leerstof (die Christelike godsdiens) onderskei word dat retro-aktiewe fasilitering voorgekom het. Hieruit is die gevolgtrekking gemaak dat die invloed van die geïnterpoleerde leerstof op die retensie van die oorspronklike leerstof nie noodwendig van die ooreenkoms tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof afhang nie, maar eerder daarvan afhang of die geïnterpoleerde leerstof 'n toename of afname in diskriminasie tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof tot gevolg het. Uit hierdie ondersoek blyk dit dat die verskil in begrippe by die meetkundige ry en rekenkundige ry in so 'n mate diskriminasie tussen die leerstofeenhede tot gevolg het, dat die geïnterpoleerde leerstof (rekenkundige ry) aanleiding gee tot retro-aktiewe fasilitering. Wanneer leerstofeenhede dus ten opsigte van logika ooreenkom, terwyl die begrippe

daarin verskillend is, kan ons aanvaar dat daar genoegsame differensiasie tussen die leerstofeenhede bestaan, wat gevolglik die moontlikheid van interferensie sal verminder.

Bogenoemde bewering word deur die resultate van Wong (1970, pp.410-415) ondersteun. In die ondersoek van Wong het die leerstof, soos die leerstof wat gebruik is om hipotese 1 te toets, ooreengekom wat betref die struktuur daarvan. Geen retro-aktiewe interferensie kon in die ondersoek van Wong aangetoon word nie.

In hierdie ondersoek is dit ook moontlik dat retro-aktiewe fasilitering voorgekom het, aangesien die leerstof te maklik was of op 'n te eenvoudige wyse aangebied is (vgl. par. 8.3). Jensen en Anderson (1970, pp.305-309) wys daarop dat leerstof wat redelik maklik geleer word, so goed geleer en georganiseer word dat dit nie deur soortgelyke geïnterpoleerde leerstof geaffekteer word nie. Die geïnterpoleerde leerstof dien eerder as addisionele oefening wat retro-aktiewe fasilitering tot gevolg het.

7.2.2 Hipotese 2

Die volgende hipotese is getoets: pro-aktiewe interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die logika van die oorspronklike leerstof en geïnterpoleerde leerstof parallel verloop, maar die begrippe in die oorspronklike leerstof van dié in die geïnterpoleerde leerstof verskil.

Die retensietoetsresultate van groepe 2 en 7 is vergelyk. Die eksperimentele groep (groep 2) het die rekenkundige ry as oorspronklike leerstof en die meetkundige ry as geïnterpoleerde leerstof geleer. Groep 7 het as kontrolegroep slegs die meetkundige ry as geïnterpoleerde leerstof geleer. Die gemiddelde punt van die retensietoets van die eksperimentele groep was 74% en dié van die kontrolegroep 69,3%. Daar is gevind dat $t(28) = 0,59$, $p > 0,05$.

Die nulhipotese kan nie verwerp word nie. Daaruit lei ons af dat daar geen verskil in die resultate van die eksperimentele en

kontrolegroep vasgestel kon word nie. Pro-aktiewe interferensie kon dus nie aangetoon word nie.

Die feit dat die eksperimentele groep 'n hoër gemiddeld as die kontrolegroep behaal het, dui op fasilitering hoewel die verskille nie beduidend was nie. Thorndyke (aangehaal deur Blumenthal en Robbins, 1977, pp.754-761) het egter wel pro-aktiewe fasilitering onder dieselfde omstandighede aangetoon. Thorndyke het aan die proefpersone twee verhale waarvan die agtergrond, gebeure en karakters verskil het, terwyl die struktuur van die verhale dieselfde was, gegee. Die leerstof het dus uit verskillende begrippe bestaan, maar wat die struktuur betref, ooreengekom. Thorndyke het pro-aktiewe fasilitering aangetoon. Hieruit is die gevolgtrekking gemaak dat 'n ooreenkoms in struktuur tussen leerstofeenhede positiewe oordrag tot gevolg mag hê.

Die rekenkundige en meetkundige ry wat in hierdie ondersoek gebruik word, kom ooreen ten opsigte van logika (struktuur). Alhoewel pro-aktiewe fasilitering nie aangetoon kan word nie, blyk dit dat fasilitering eerder as interferensie sal voorkom indien twee leerstofeenhede 'n parallele logika of struktuur het.

7.2.3 Gevolgtrekking

In die geval waar wiskundige leerstofeenhede logies parallel verloop het, maar uit verskillende begrippe bestaan het, kon geen interferensie aangetoon word nie. 'n Ooreenkoms in die logika tussen verskillende wiskundige leerstofeenhede gee dus nie aanleiding tot interferensie nie. Die feit dat verskillende begrippe in die leerstof voorkom, verhoog differensiasie tussen die leerstofeenhede sodat die ooreenkoms in die logika, leer fasiliteer.

7.3 RESULTATE IN DIE GEVAL WAAR WISKUNDIGE LEERSTOFEEENHEDE UIT SOORTGELYKE OF IDENTIESE BEGRIPPE OPGEBOU IS, MAAR WAT TEN OPSIGTE VAN DIE LOGIKA VERSKILLEND IS

In hierdie geval is ook twee hipoteses afgelei, naamlik hipotese 3 (vgl. par. 5.7.4) en hipotese 4 (vgl. par. 5.7.5). Volgens hipotese 3 en 4 sal retro- sowel as pro-aktiewe interferensie voorkom indien wiskundige leerstofeenhede uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar wat ten opsigte van die logika verskillend is. As voorbeeld van sodanige leerstof is 'n meetkundige stelling en die omgekeerde van die stelling as leerstofeenhede gekies. Twee eksperimentele en kontrolegroepe is gebruik om die hipoteses te toets (vgl. tabel 6.2).

Die gemiddelde punte wat in die evaluering- en retensietoetse behaal is, word in tabel 7.2 gegee.

Tabel 7.2 GEMIDDELTE PUNTE VAN DIE EKSPERIMENTELE EN KONTROLEGROEPE IN DIE GEVAL WAAR DIE WISKUNDIGE LEERSTOFEEENHEDE UIT SOORTGELYKE OF IDENTIESE BEGRIPPE OPGEBOU IS, MAAR WAT TEN OPSIGTE VAN DIE LOGIKA VERSKILLEND IS

	Groep nr.	Aantal in groep	Evalueringstoets van die O.L.	Evalueringstoets van die I.L.	Retensietoets	Standaardafwyking van die punte behaal in die retensietoets
Retro-aktiewe ontwerp	3	15	89	89,3	66,5	7,20
	8	14	87,3	-	80,3	4,2
Pro-aktiewe ontwerp	4	15	93,3	91	60	6,8
	9	15	-	87,6	84,6	4,29

7.3.1 Hipotese 3

Die volgende hipotese is getoets: retro-aktiewe interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die begrippe in die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof soortgelyk of identies is, maar die logika van die oorspronklike leerstof van dié in die geïnterpoleerde leerstof verskil.

Vir die toetsing van hierdie hipotese is die resultate van die retensietoetse van groep 3 (eksperimentele groep) en 8 (kontrolegroep) vergelyk. Die eksperimentele groep het die stelling as oorspronklike leerstof en die omgekeerde van die stelling as geïnterpoleerde leerstof geleer, terwyl die kontrolegroep slegs die stelling as oorspronklike leerstof geleer het. Die gemiddelde punt van die eksperimentele groep was 66,5% en dié van die kontrolegroep 80,3%. In dié geval was $t(27) = 1,56$, $p > 0,05$. Die nulhipotese kan nie verwerp word nie wat impliseer dat retro-aktiewe interferensie nie aangetoon kon word nie.

Alhoewel daar geen beduidende verskil tussen die eksperimentele en kontrolegroep gevind kon word nie, was die gemiddelde punt van die eksperimentele groep laer as dié van die kontrolegroep.

Ten spyte van die feit dat dieselfde leerstof vir beide hipotese 3 en 4 gebruik is (vgl. par. 6.3.2), kon retro-aktiewe interferensie nie aangetoon word nie. Pro-aktiewe interferensie (vgl. par. 7.3.2) is wel aangetoon. Dit blyk dus dat interferensie by sinvolle leerstof beïnvloed word deur die volgorde waarin leerstofeenhede herroep moet word. In die geval waar die oorspronklike leerstof herroep moes word (retro-aktiewe paradigma), kon geen interferensie aangetoon word nie in teenstelling met die geval waar die geïnterpoleerde leerstof herroep moes word (pro-aktiewe paradigma). Dit blyk dus in die geval van sinvolle leerstof dat die geïnterpoleerde leerstof nie so 'n groot invloed op die oorspronklike leerstof het as wat omgekeerd die geval is nie. Dus, in 'n retro-aktiewe paradigma waar die oorspronklike leerstof herroep moet word, kan minder interferensie verwag word. Hierdie bewering word ondersteun deur Mills en Winocur (1969, pp.

67-76) wat aangetoon het dat retro-aktiewe interferensie in die geval van sinvolle leerstof slegs voorkom indien die oorspronklike leerstof swak geleer is.

In hierdie ondersoek is dit egter belangrik om daarop te let dat die gemiddelde punt van die eksperimentele groep laer is as dié van die kontrolegroep. Hieruit kan afgelei word dat interferensie eerder as fasilitering sal voorkom indien die begrippe in twee leerstofeenhede soortgelyk of identies is. In dié opsig verskil dit van leerstofeenhede waar die logika ooreenkom en die begrippe verskillend is (vgl. par. 7.2.1 en par. 7.2.2).

7.3.2 Hipotese 4

Hierdie hipotese is soos volg gestel: pro-aktiewe interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die begrippe in die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof soortgelyk of identies is, maar die logika van die oorspronklike leerstof van dié in die geïnterpoleerde leerstof verskil.

Die eksperimentele groep (groep 4) wat as oorspronklike leerstof die omgekeerde van die stelling geleer het en die stelling as geïnterpoleerde leerstof, is met die kontrolegroep (groep 9), wat slegs die stelling as geïnterpoleerde leerstof geleer het, vergelyk. Daar is gevind dat $t(28) = 2,321$, $p < 0,05$.

Die nulhipotese word dus verwerp, wat impliseer dat daar 'n beduidende verskil tussen die gemiddeldes van die eksperimentele en kontrolegroep is. Die gemiddelde punt van die eksperimentele groep, naamlik 60%, is aansienlik laer as die 84,6% van die kontrolegroep. As gevolg van die swakker prestasie van die eksperimentele groep kan ons aanvaar dat pro-aktiewe interferensie aangetoon is.

Thorndyke (aangehaal deur Blumenthal en Robbins, 1977, pp.754-761) het aan die proefpersone twee verhale waarvan die agtergrond, gebeure en karakters verskil het, terwyl die struktuur van die verhale dieselfde was, gegee. Die leerstof het dus uit verskillende begrippe

bestaan, maar ten opsigte van die struktuur ooreengekom. In dié geval het Thorndyke pro-aktiewe fasilitering aangetoon. Waar die karakters egter dieselfde in beide verhale was, is pro-aktiewe interferensie aangetoon. In die geval waar die begrippe dus in 'n mate ooreengekom het, is pro-aktiewe interferensie aangetoon, soos in die onderhawige ondersoek ook aangetoon is.

Die resultate van Blumenthal en Robbins (1977, pp.754-761) ondersteun ook dié van die onderhawige ondersoek. Blumenthal en Robbins het pro-aktiewe interferensie ondersoek deur vier sinvolle leerstofeenhede agtereenvolgens aan die proefpersone te gee. In die geval waar die onderwerp van die leerstofeenhede telkens verander het (wat noodwendig met 'n verandering in begrippe gepaard gaan), is min verlies in retensie by die proefpersone aangetoon. In die geval waar daar geen verandering in die onderwerp was nie, het die proefpersone 'n verlies aan retensie getoon wat 'n aanduiding van pro-aktiewe interferensie is.

Uit bogenoemde ondersoeke, asook uit die onderhawige ondersoek, blyk dit dat pro-aktiewe interferensie 'n belangrike rol by die vergeet van sinvolle leerstof speel. Vergelyk ook in par. 4.3 die studie van Ausubel, e.a. (1957, pp.335-343). Verder wil dit voorkom asof pro-aktiewe interferensie spesifiek voorkom indien die begrippe in die oorspronklike leerstof en geïnterpoleerde leerstof soortgelyk of identies is. 'n Herhaling van soortgelyke begrippe in leerstof gee dus aanleiding tot pro-aktiewe interferensie, terwyl 'n herhaling van soortgelyke logika of struktuur retro-aktiewe fasilitering tot gevolg het (vgl. par. 7.2.1).

7.3.3 Gevolgtrekking

Pro-aktiewe interferensie is aangetoon in die geval waar die leerstofeenhede in wiskunde uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar wat ten opsigte van die logika verskillend is. Dus, indien begrippe in verskillende leerstofeenhede ooreenkom, kan interferensie verwag word aangesien die verskillende gebruik van hierdie begrippe, die leer daarvan bemoeilik.

7.4 RESULTATE IN DIE GEVAL WAAR 'N WISKUNDIGE LEERSTOF EENHEID INGESLUIT WORD IN 'N DAAROPVOLGENDE LEERSTOF EENHEID AS GEVOLG VAN DIE HIËRARGIESE STRUKTUUR VAN WISKUNDE

In hierdie geval is een hipotese afgelei, naamlik hipotese 5 (vgl. par. 5.7.6). Volgens hipotese 5 sal retro-aktiewe interferensie voorkom indien 'n wiskundige leerstof eenheid in 'n daaropvolgende leerstof eenheid ingesluit word. As voorbeeld van sodanige leerstof is die rekenkundige ry as oorspronklike leerstof en die rekenkundige reeks as geïnterpoleerde leerstof gekies. 'n Eksperimentele en kontrolegroep is gebruik om die hipotese te toets (vgl. tabel 6.3).

Die gemiddelde punte wat in die evaluering- en retensietoets behaal is, word in tabel 7.3 gegee.

Tabel 7.3 GEMIDDELDE PUNTE VAN DIE EKSPERIMENTELE EN KONTROLEGROEP
IN DIE GEVAL WAAR 'N WISKUNDIGE LEERSTOF EENHEID INGESLUIT
WORD IN 'N DAAROPVOLGENDE LEERSTOF EENHEID

	Groep nr.	Aantal in die groep	Evaluerings- toets van die O.L.	Evaluerings- toets van die I.L.	Reten- sie- toets	Standaard- afwyking van die punte be- haal in die retensietoets
Retro- aktiewe ontwerp	5	16	83	60,9	62,5	1,71
	10	17	84,8	-	89	0,87

7.4.1 Hipotese 5

Die volgende hipotese is getoets: interferensie kom voor in wiskundige leerstof indien die leerstof 'n besliste hiërargiese struktuur het, wat tot gevolg het dat die geïnterpoleerde leerstof die oorspronklike leerstof insluit.

Groep 5 (eksperimentele groep) en groep 10 (kontrolegroep) is gebruik om hierdie hipotese te toets. Albei groepe het as oorspronklike leerstof die rekenkundige ry geleer, terwyl slegs die eksperimentele groep die rekenkundige reeks as geïnterpoleerde leerstof geleer het. Die gemiddelde punt van die eksperimentele groep in die retensietoets was 62,5% en dié van die kontrolegroep 89%. Daar is gevind dat $t(31) = 17,45$, $p < 0,01$.

Die nulhipotese word dus verwerp, wat impliseer dat die verskil tussen die gemiddeldes van die eksperimentele en kontrolegroep, beduidend is. Aangesien die gemiddelde punt van die eksperimentele groep laer as dié van die kontrolegroep is, kan ons aanvaar dat retro-aktiewe interferensie aangetoon is.

Een van die vernaamste eienskappe van sinvolle leerstof is die feit dat dit met bestaande leerstof in die kognitiewe struktuur verband hou (vgl. par. 4.2). In leerstof met 'n hiërargiese struktuur, waar die geïnterpoleerde leerstof op die oorspronklike leerstof voortbou, bestaan daar 'n definitiewe verband tussen die leerstof-eenhede, sodat hierdie tipe leerstof as sinvolle leerstof beskou kan word.

Dit gebeur dikwels in wiskunde dat die oorspronklike leerstof by die geïnterpoleerde leerstof ingesluit is, aangesien wiskunde 'n hiërargiese struktuur het. Die oorspronklike leerstof kom dus in die geïnterpoleerde leerstof voor, maar wel in 'n ander verband of konteks. Uit die resultate van hierdie ondersoek blyk dit dat interferensie in bogenoemde geval kan voorkom.

Sekere navorsers beweer dat interferensie slegs by sinlose leerstof waar daar nie 'n verband tussen leerstofeenhede bestaan nie, voorkom. Uit hierdie ondersoek blyk dit egter dat interferensie wel vir die vergete van sinvolle leerstof verantwoordelik kan wees.

Wanneer geïnterpoleerde leerstof sinvol voortbou op oorspronklike leerstof kan retro-aktiewe interferensie verwag word, indien die oorspronklike leerstof in die geïnterpoleerde leerstof vervat is.

Dit blyk dus in die geval van sinvolle leerstof dat die *aard* van die verband tussen die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof belangrike implikasies vir die moontlike voorkoms van interferensie inhou.

7.4.2 Gevolgtrekking

In die geval waar een stuk leerstof in wiskunde ingesluit was in 'n daaropvolgende leerstofeenheid, is retro-aktiewe interferensie aangetoon. Dieselfde begrippe as dié in die oorspronklike leerstof en die logika wat daarmee gepaard gaan, word in 'n ander verband in die geïnterpoleerde leerstof geleer wat dan interferensie tot gevolg het.

7.5 ALGEMENE GEVOLGTREKKING

Volgens Rao (1966, pp.121-129) is dit in die geval van sinvolle leerstof moeilik om vas te stel in watter opsig leerstofeenhede ooreenkom. Uit hierdie ondersoek blyk dit egter dat so 'n ontleding noodsaaklik is. Interferensie in sinvolle leerstof kan nie bloot toegeskryf word aan 'n ooreenkoms tussen leerstofeenhede nie: die *aard* van die ooreenkoms moet vasgestel word.

Uit hierdie ondersoek blyk dit dat in die geval waar wiskundige leerstofeenhede ooreenkom ten opsigte van logika of struktuur, interferensie nie sal voorkom nie. Fasilitering, eerder as interferensie, kan in dié geval verwag word.

In teenstelling met bogenoemde kom interferensie wel voor indien die wiskundige leerstofeenhede uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar ten opsigte van die logika verskillend is. Indien daar 'n mate van ooreenkoms tussen wiskundige begrippe bestaan wat logies van mekaar verskil, hanteer die kind verskillende wiskundige begrippe op dieselfde logiese wyse, wat wiskundig foutief is. In hierdie ondersoek is pro-aktiewe interferensie vir die besondere geval aangetoon. Hieruit kan tot die gevolgtrekking gekom

word dat die oorspronklike leerstof 'n groter invloed op die geïnterpoleerde leerstof het, as wat omgekeerd die geval is. Nie net die aard van die ooreenkoms tussen leerstofeenhede nie, maar ook die volgorde waarin dit herroep moet word, blyk 'n invloed te hê op die voorkoms van interferensie by sinvolle leerstof.

Dit is ook moontlik dat leerstofeenhede ooreenkomste kan toon indien 'n leerstofeenheid in 'n ander leerstofeenheid ingesluit word. Bogenoemde geval kom hoofsaaklik in hiërargies - georganiseerde leerstof voor, waar die oorspronklike leerstof eers geleer moet word voordat die geïnterpoleerde leerstof geleer kan word. In hierdie geval is retro-aktiewe interferensie aangetoon. Aangesien die oorspronklike leerstof in die geïnterpoleerde leerstof herhaal word, interfereer die geïnterpoleerde leerstof met die herroep van die oorspronklike leerstof.

Uit die resultate van die ondersoek blyk dit dat interferensie wel vir die vergeet van wiskundige leerstof verantwoordelik is. Die opvatting dat interferensie slegs 'n invloed het op die leer van sinlose leerstof, kan op grond van die resultate van hierdie ondersoek nie sonder meer aanvaar word nie.

7.6 SAMEVATTING

Twee van die vyf nulhipoteses wat gestel is, is verwerp. In die gevalle waar 'n nulhipotese verwerp is, het dit daarop gedui dat die gemiddelde punt van die twee groepe wat vergelyk is, betekenisvol verskil het en wel in so 'n mate, dat ons daaruit kan aflei dat interferensie aangetoon is.

Interferensie is aangetoon waar soortgelyke begrippe in die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof aanwesig was, asook in die geval waar die oorspronklike leerstof in die geïnterpoleerde leerstof ingesluit was.

OPVOEDKUNDIGE IMPLIKASIES EN SAMEVATTING

8.1 INLEIDING

Uit die resultate van die ondersoek blyk die volgende:

- (a) In die geval waar wiskundige leerstofeenhede logies parallel verloop maar uit verskillende begrippe bestaan, kon geen interferensie aangetoon word nie. Die resultate dui eerder op retro-aktiewe fasilitering.
- (b) Pro-aktiewe interferensie is aangetoon indien die leerstofeenhede uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar die logika van die leerstofeenhede verskil het. Retro-aktiewe interferensie onder dieselfde omstandighede kon nie aangetoon word nie.
- (c) In die geval waar 'n leerstofeenheid in 'n daaropvolgende leerstofeenheid ingesluit was, is retro-aktiewe interferensie aangetoon.

8.2 IMPLIKASIES VIR DIE ONDERRIG VAN WISKUNDE

In par. 5.5 is 'n aantal voorbeelde waar interferensie in wiskunde moontlik kan voorkom, bespreek. Slegs drie van hierdie voorbeelde kon om praktiese redes in die ondersoek gebruik word. Daar kan dus nie sonder meer beweer word dat dit wat vir hierdie drie gevalle vasgestel is, ook vir ander soortgelyke voorbeelde in wiskunde geld nie. Dit sal deur verdere navorsing bepaal moet word (vgl. par. 8.4).

Ten spyte van bogenoemde beswaar kan die resultate van hierdie ondersoek tog enkele riglyne bied om die moontlikheid van interferensie by die leer van wiskundige leerstof uit te skakel.

In die geval waar wiskundige leerstofeenhede uit verskillende begrippe bestaan, terwyl die logika van die leerstofeenhede parallel verloop, kon geen interferensie aangetoon word nie. Die resultate dui eerder op retro-aktiewe fasilitering.

Dit blyk dat, indien daar in die geïnterpoleerde leerstof ander begrippe voorkom as dié in die oorspronklike leerstof, maar die geïnterpoleerde leerstof logies parallel met die oorspronklike leerstof verloop, dit die oorspronklike leerstof versterk. Die herhaling van 'n soortgelyke logika in die geïnterpoleerde leerstof versterk die oorspronklike leerstof, terwyl die verskil in begrippe differensiasie tussen die leerstofeenhede verseker en gevolglik daarmee die moontlikheid van interferensie verder uitskakel (vgl. par. 7.2.1).

Indien 'n leerling byvoorbeeld in wiskunde as oorspronklike leerstof sou leer dat $3a^2 + 12ab$ in die faktore $3a(a + 4b)$ ontbind kan word, behoort die daaropvolgende leerstof logies parallel, maar verder verskillend te wees. Die leerling kan byvoorbeeld gevra word om $16z^2 + 64zy$ in faktore te ontbind. Die logika van $3a^2 + 12ab$ word herhaal in $16z^2 + 64zy$, terwyl die terme van die twee voorbeelde verskillend is. 'n Ontbinding van $16z^2 + 64zy$ in faktore dien as herhaling en toepassing van dit wat oorspronklik geleer is.

Hierdie effek van herhaling en toepassing sal afwesig wees indien 'n uitdrukking soos $a^3b^2 + a^2b^3$ in plaas van $16z^2 + 64zy$ in faktore ontbind moet word, direk nadat 'n leerling geleer het hoe $3a^2 + 12ab$ in faktore ontbind word.

Leerstof in wiskunde moet dus nie bloot toegepas word nie, maar daar moet spesifiek gesoek word na toepassings wat logies parallel verloop, maar tog verskillend is ten opsigte van begrippe, terme, simbole ens.

Aangesien die metode van aanbieding verband hou met die logika van wiskundige leerstof, word aanbeveel dat dieselfde metode gebruik word indien die leerstofeenhede logies parallel verloop. Indien verskillende metodes aangewend word om leerstof met 'n eenderse logika te onderrig, kan dit interferensie tot gevolg hê (vgl. par. 3.3.5).

By wiskundige leerstofeenhede waar die begrippe ooreenkomstig is, maar verskillend ten opsigte van logika was, is pro-aktiewe interferensie aangetoon.

Dit blyk dat die ooreenkomstig in wiskundige begrippe aanleiding gee tot swak differensiasie tussen die logika van elk van die begrippe wat dan interferensie tot gevolg het. 'n Leerling leer byvoorbeeld in wiskunde dat $\frac{6x}{2x} = 3$ en maak daarna die bewering dat $\frac{a^{6x}}{a^{2x}} = a^3$ in plaas van $a^{6x-2x} = a^{4x}$. Alhoewel die begrip deling in beide gevalle ter sprake is en $6x$ en $2x$ telkens gebruik word, verskil die logika wat betref die deling van twee terme en die deling van twee magte met eksponensiële waardes. Interferensie vind plaas aangesien leerlinge as gevolg van die ooreenkomstig in begrippe en simbole, nie die verskil in die logika insien nie.

Die feit dat pro-aktiewe interferensie aangetoon is, impliseer dat die geïnterpoleerde leerstof in wiskunde veral gevoelig vir interferensie is, indien die begrippe daarin ooreenkomstig met dié van die oorspronklike leerstof. Dit veronderstel dat die geïnterpoleerde leerstof tot 'n hoë graad geleer moet word. Dit kan bereik word deur die geïnterpoleerde leerstof op soortgelyke logiese wyse toe te pas soos vroeër in die paragraaf bespreek is. Indien 'n leerling byvoorbeeld sou leer dat $x^2 \times x^3 = x^5$ en daarna sou leer dat $(x^2)^3 = x^6$, kan pro-aktiewe interferensie veroorsaak dat die leerling beweer dat $(x^2)^3 = x^5$. Dit kan verhoed word indien die geïnterpoleerde leerstof met soortgelyke logiese voorbeelde soos $(x^4)^2$; $(a^2)^6$; $(m^5n^3)^2$ ens., verskeie kere toegepas word. Hierdeur word

die graad van die geïnterpoleerde leerstof verhoog en word die moontlikheid van pro-aktiewe interferensie verlaag.

Dit is belangrik dat indien die geïnterpoleerde leerstof aangebied word dit deeglik onderskei sal word van die oorspronklike leerstof ten opsigte van die verskil in logika ten spyte van die ooreenkoms in begrippe.

Aangesien juis pro-aktiewe interferensie voorgekom het, moet leerstof wat gevoelig vir interferensie is, indien moontlik, eerder as oorspronklike leerstof as geïnterpoleerde leerstof aangebied word.

Dit is egter nie altyd moontlik om wiskundige leerstofeenhede in 'n willekeurige volgorde aan te bied nie. As gevolg van die hiërargiese struktuur van wiskundige leerstof is 'n leerstofeenheid dikwels vervat in 'n daaropvolgende leerstofeenheid wat 'n spesifieke volgorde van aanbieding vereis. Dit blyk uit die resultate van die ondersoek dat dit in sodanige gevalle moontlik is dat retro-aktiewe interferensie kan voorkom. Veronderstel 'n leerling leer as oorspronklike leerstof dat $6a(b + 3c) = 6ab + 18ac$, en moet as geïnterpoleerde leerstof $3a(5b + 8c) + 9a(2b + 4c)$ vereenvoudig. Uit bogenoemde is dit duidelik dat die geïnterpoleerde leerstof eers geleer kan word nadat die oorspronklike leerstof geleer is. In die geval van die oorspronklike leerstof word die distributiewe reël vir vermenigvuldiging oor optelling* een keer toegepas, terwyl dit in die geval van die geïnterpoleerde leerstof twee keer toegepas word.

Wanneer die leerling egter nou 'n uitdrukking soos $4a(9b + 3c) + (2b + 6c)$ moet vereenvoudig, vind retro-aktiewe interferensie dikwels plaas. $4a(9b + 3c) + (2b + 6c)$ is in wese dieselfde as die oorspronklike leerstof aangesien die distributiewe reël slegs een

*Volgens die distributiewe reël vir vermenigvuldiging oor optelling is $a(b + c) = ab + bc$ waar a , b en c reële getalle is.

keer toegepas moet word. As gevolg van interferensie word die distributiewe reël op beide hakies toegepas, soos in die geïnterpoleerde leerstof die geval was. Die leerling beweer dan dat $4a(9b + 3c) + (2b + 6c) = 36ab + 12ac + 8ab + 24ac$.

Om sodanige retro-aktiewe interferensie te verhoed, moet die oorspronklike leerstof tot 'n hoë graad geleer word voordat die geïnterpoleerde leerstof aangebied word. Dit kan gedoen word deur toepassing van die oorspronklike leerstof op voorbeelde met 'n parallelle logika.

Aangesien dieselfde leerstof (of tipe leerstof) as dié in die oorspronklike leerstof in die geïnterpoleerde leerstof gebruik word, moet daar duidelik onderskeid tussen die oorspronklike leerstof en die oorspronklike leerstof in die geïnterpoleerde leerstof, getref word. So 'n onderskeid sal die moontlikheid van retro-aktiewe interferensie in wiskundige leerstofeenhede verminder of totaal uitskakel.

8.3 MOONTLIKE TEKORTKOMINGE VAN DIE ONDERSOEK

- (a) Spesifieke voorbeelde van leerstofeenhede is gekies. Dit is moontlik dat ander soortgelyke voorbeelde nie dieselfde resultate sal gee nie.
- (b) In die geval van die meetkundige en rekenkundige ry waar interferensie nie aangetoon is nie, is dit moontlik dat die leerstof te maklik was of op 'n te eenvoudige wyse aangebied is.

8.4 MOONTLIKHEDE VIR VERDERE NAVORSING

- (a) 'n Herhaling van die ondersoek is noodsaaklik om die resultate te bevestig.

- (b) Daar kan van 'n gewysigde navorsingsontwerp en -prosedure gebruik gemaak word, terwyl die leerstof en toetse dieselfde bly as dié in hierdie ondersoek. Hierdeur kan vasgestel word in watter mate sekere van die faktore wat in hoofstuk 3 bespreek is, interferensie in wiskundige leerstof beïnvloed.
- (c) Ander voorbeelde van soortgelyke leerstofeenhede kan in dieselfde navorsingsontwerp en met behulp van dieselfde navorsingsprosedure onderrig word om 'n beter veralgemening te kan maak ten opsigte van tipes leerstof in wiskunde en die moontlikheid van interferensie.

8.5 SAMEVATTING

8.5.1 Doel van die ondersoek

Die doel van die ondersoek was om aan te toon dat interferensie by die leer van wiskundige leerstof voorkom en as 'n belangrike oorsaak vir die vergeet van wiskundige leerstof beskou kan word.

8.5.2 Literatuuroorsig

Uit die literatuur blyk dit dat die interferensieteorie as een van die vernaamste teorieë van vergeet beskou kan word.

Die belangrikheid van die interferensieteorie word beklemtoon deur die hoeveelheid navorsing wat reeds oor die verskynsel gedoen is.

Uit hierdie navorsing blyk dit dat:

- (a) daar verskeie faktore in die onderrig en leersituasie is wat vir interferensie verantwoordelik is;
- (b) daar onsekerheid bestaan of interferensie by die leer van sinvolle leerstof voorkom al dan nie;
- (c) interferensie moontlik in wiskunde kan voorkom as gevolg van die wyse waarop verskillende wiskundige leerstofeenhede ooreenkom.

8.5.3 Empiriese navorsing

Keuse van leerstof : 'n Indeling van wiskundige leerstof is gemaak en daaruit is vyf hipoteses afgelei. Om hierdie hipoteses te toets, is verskeie wiskundige leerstofeenhede gebruik.

Dit is moontlik dat wiskundige leerstofeenhede waarvan die begrippe verskil, logies parallel kan verloop. As voorbeeld van sodanige leerstof is die meetkundige en rekenkundige ry gebruik.

Verder kan wiskundige leerstofeenhede uit dieselfde begrippe bestaan, terwyl die logika waarin dit gebruik word verskillend is. 'n Meetkundige stelling en die omgekeerde van dié stelling is in hierdie geval gebruik.

As gevolg van die hiërargiese struktuur van wiskundige leerstof is dit moontlik dat die oorspronklike leerstof in die geïnterpoleerde leerstof vervat kan wees. Die leerstof wat vir hierdie geval gekies is, is die rekenkundige ry as oorspronklike leerstof en die rekenkundige reeks as geïnterpoleerde leerstof.

Keuse van proefpersone : Honderd-twee-en-veftig standerd 8-leerlinge is op ewekansige wyse in 10 groepe verdeel bestaande uit 5 eksperimentele en 5 kontrolegroepe.

Onderrig en toetsing : Die toetse is deur die navorser self opgestel. Die onderrig van en toetse oor die leerstof, is deur die navorser self behartig. Daar is deurgaans probeer om eksterne faktore wat interferensie kan beïnvloed, konstant te hou.

Navorsingsprosedure : Die oorspronklike leerstof is in 'n periode van 40 minute onderrig. Na 'n rusperiode van 5 minute is 'n evalueringstoets waarvoor 15 minute toegelaat is, geskryf. Hierna is die geïnterpoleerde leerstof op dieselfde wyse aangebied en getoets. Waar die oorspronklike of geïnterpoleerde leerstof nie aangebied is

nie, het die groep die normale klasrooster gevolg. Die retensietoetse is in beide die retro- en pro-aktiewe paradigmas een uur nadat die geïnterpoleerde leerstof geleer is, en twee uur nadat die oorspronklike leerstof geleer is, afgelê.

Verwerking van gegewens : Die t-toets vir onafhanklike gegewens is gebruik om die hipoteses te toets.

8.5.4 Resultate van die ondersoek

Uit die resultate van die ondersoek blyk die volgende:

- (a) In die geval waar wiskundige leerstofeenhede logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe bestaan, kon geen interferensie aangetoon word nie. Die resultate dui eerder op retro-aktiewe fasilitering.
- (b) Pro-aktiewe interferensie is aangetoon indien die leerstofeenhede uit soortgelyke of identiese begrippe opgebou is, maar die logika van die leerstofeenhede verskil het. Retro-aktiewe interferensie onder dieselfde omstandighede kon nie aangetoon word nie.
- (c) In die geval waar 'n leerstofeenheid in 'n daaropvolgende leerstofeenheid ingesluit was, is retro-aktiewe interferensie aangetoon.

8.5.5 Implikasies vir die onderrig van wiskunde

In die geval waar verskillende leerstofeenhede logies parallel verloop, maar uit verskillende begrippe opgebou is, kon geen interferensie aangetoon word nie. Die resultate dui eerder op retro-aktiewe fasilitering. Dit sal dus sinvol wees om, nadat die oorspronklike

leerstof geleer is, voorbeelde of toepassingsmoontlikhede met 'n soortgelyke logika aan die leerlinge te gee, aangesien dit die oorspronklike leerstof sal versterk.

Waar die begrippe in die oorspronklike en geïnterpoleerde leerstof soortgelyk of identies was, is pro-aktiewe interferensie aangetoon. Hieruit kan ons aflei dat:

- (a) 'n duidelike onderskeid tussen wiskundige begrippe en die logika wat daarmee gepaard gaan, gemaak moet word ten einde die moontlikheid van interferensie te verhoed.
- (b) om pro-aktiewe interferensie te voorkom, moet leerstof wat gevoelig is vir interferensie, as oorspronklike leerstof aangebied word. Andersins moet die geïnterpoleerde leerstof tot 'n hoë graad geleer word.

Retro-aktiewe interferensie is aangetoon waar die geïnterpoleerde leerstof die oorspronklike leerstof ingesluit het. Om dit te verhoed, moet daar tydens die onderrig van die leerstof op die teenwoordigheid van die oorspronklike leerstof in die geïnterpoleerde leerstof gewys word.

8.6 SUMMARY

8.6.1 The aim of investigation

The aim of the investigation was to show that interference occurs in learning mathematics and that it results in forgetting mathematical facts.

8.6.2 Review of the literature

The literature research proved that the interference theory can be regarded as one of the most important theories of forgetting.

The importance of the interference theory is emphasized by the amount of previous research done in this field. This research proved the following:

- (a) Various factors in both the teaching and learning situations can possibly cause interference.
- (b) Divergent viewpoints exist as to whether interference is present or not in learning meaningful material.
- (c) Interference can possibly occur in mathematics as a result of the way in which units in the subject-matter show a similarity.

8.6.3 Empirical research

Choice of subject-matter : The nature of the subject content of mathematics led to the deducing of five hypotheses. To test these hypotheses various units of learning material in mathematics were selected.

It is possible that mathematical subject-matter of which the concepts are different, may run logically parallel. As an example of this the geometric and arithmetic sequences were chosen.

The logic of the original and interpolated subject-matter may be different while the concepts could be similar or identical. Although many examples exist, a geometric theorem and the converse of the theorem were used in this investigation.

Because of the hierarchical structure of mathematics it is possible that the interpolated subject-matter may include the original subject-matter. The subject-matter chosen for this particular case was the arithmetic sequence as original subject-matter, and the arithmetic series as interpolated subject-matter.

Choice of subjects : One hundred and fifty two standard 8 pupils were divided at random into 10 groups : 5 experimental groups and 5 control groups.

Teaching and testing : The tests were compiled by the researcher. The researcher personally taught and tested the material. An attempt was made throughout to keep other factors that might influence interference, constant.

Procedure : The original subject-matter was taught in a period of 40 minutes. After a rest-period of 5 minutes an evaluation test was written within 15 minutes. The interpolated material was then taught and tested in the same way. In the cases where the original and the interpolated material were not presented, the group followed the normal class-timetable. The retention tests in the case of the retro-active paradigms were done 2 hours after the original material was taught. In the case of the pro-active paradigms the retention tests of the interpolated material were done one hour after presentation.

Data : The data of the retention tests were analysed by means of the t-test for two sets of independent data.

8.6.4 Results of the investigation

The results of the investigation show the following:

- (a) In the case where different units of subject-matter ran logically parallel, but consisted of different concepts, no interference could be shown. There is, however, evidence of retro-active facilitation.
- (b) Where the original and the interpolated subject-matter were logically different, but the concepts therein similar or identical, it was shown that pro-active interference resulted.
- (c) The results showed that retro-active interference occurs where the interpolated subject-matter included the original subject-matter.

8.6.5 Implications for the teaching of mathematics

In the case where different units of the subject-matter logically ran parallel but consisted of different concepts, no interference occurred, but retro-active facilitation did. Thus, after the original subject-matter is taught, examples in which similar logic is applied, should be given to the pupil to reinforce the original learning.

Where concepts in the original and the interpolated subject-matter were similar or identical, pro-active interference resulted. From the above-mentioned it can be deduced that:

- (a) A clear distinction must be made between mathematical concepts and the associated logic to prevent possible interference.
- (b) To prevent pro-active interference, subject-matter that may lead to interference must be taught as original subject-matter or else the interpolated subject-matter must be taught at a higher level.

Retro-active interference occurred where the interpolated subject-matter included the original subject-matter. Thus, pupils must be made aware of the presence of the original subject-matter in the interpolated subject-matter while the interpolated subject-matter is being taught.

BIBLIOGRAFIE

- ADAMS, J.A. 1976. Learning and memory : an introduction. Homewood. Dorsey Press.
- ANDERSON, R.C. & CARTER, J.F. 1972. Retroactive inhibition of meaningfully-learned sentences. American educational research journal, 9 : pp.443-448.
- ANDERSON, R.C. & FAUST, G.W.1973. Educational psychology. The science of instruction and learning. New York. Dodd, Mead & Company.
- ANDERSON, R.C. & MYROW, D.L. 1971. Retroactive inhibition of meaningful discourse. Journal of educational psychology, 62: pp.81-94.
- ANDRE, T. 1973. Retroactive inhibition of prose and change in physical or organizational context. Psychological reports, 32: pp.781-782
- ARCHER, E.J. & UNDERWOOD, B.J. 1951. Retroactive inhibition of verbal associations as a multiple function of temporal point of interpolation and degree of interpolated learning. Journal of experimental psychology, 42: pp.283-290.
- ARY, D., JACOBS, L.C. & RAZAVIEH, A. 1972. Introduction to research in education. New York. Holt, Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, D.P. 1968. Educational psychology - a cognitive view. London. Holt, Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. & HANESIAN, H. 1978. Educational psychology - a cognitive view. London. Holt, Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, D.P., ROBBINS, L.C. & BLAKE, E, 1957. Retroactive inhibition and facilitation in the learning of school

- materials. Journal of educational psychology, 48: pp.334-343.
- AUSUBEL, D.P., STAGER, M. & GAITE, A.J.H. 1968. Retroactive facilitation in meaningful verbal learning. Journal of educational psychology, 59: pp.250-255.
- BADDELEY, A.D. 1976. The psychology of memory. New York. Harper & Row.
- BAKKER, P.C. 1978. Die voorkoms van interferensie in die leer van sinvolle leerstof deur verbale en demonstrasie metodes. Ongepubliseerde M. Ed.-verhandeling. Potchefstroom. Potchefstroomse Universiteit vir C.H.O.
- BARNES, J.M. & UNDERWOOD, B.J. 1959. "Fate" of first-list associations in transfer theory. Journal of experimental psychology, 58: pp.97-105.
- BARSZCZ, E.L. & GENTILE, J.R. 1976. Retroactive interference of similar methods to teach translation of base systems in mathematics. Journal of research in mathematics education, 3: pp.176-183.
- BERGAN, J.R. & DUNN, J.A. 1976. Psychology and education: a science for instruction. New York. John Wiley & Sons.
- BLAIR, C.M. & JONES, R.G. 1975. Educational psychology. New York. MacMillan.
- BLUMENTHAL, G.B. & ROBBINS, D. 1977. Delayed release from proactive interference with meaningful material: how much do we remember after reading brief prose passages. Journal of experimental psychology, 3: pp.754-761.
- BOURNE, E.L. & EKSTRAND, B.R. 1976. Psychology: its principles and meanings. New York. Holt, Rinehart and Winston.
- BRIGGS, G.E. 1954. Acquisition, extinction, and recovery functions

- in retroactive inhibition. Journal of experimental psychology, 47: pp.285-293.
- BRY, A. 1975. A primer of behavioural psychology. New York. The New American Library.
- BUGELSKI, B.R. 1971. The psychology of learning applied to teaching. New York. The Bobbs-Merrill Company, Inc.
- CROWDER, R.G. 1976. Principles of learning and memory. New Jersey. John Wiley & Sons.
- DE WET, J.J. 1966. Analise van sekere foute van standerd agt leerlinge in algebra. Ongepubliseerde D. Ed-proefskrif. Potchefstroom. Potchefstroomse Universiteit vir C.H.O.
- DE WET, J.J. 1975. Enkele faktore wat interferensie in die onder-rigsituasie beïnvloed. Ongedupliseerde aantekeninge.
- DE WET, J.J. 1979. Die invloed van tydsverloop op die voorkoms van interferensie in die onderrigsituasie. Humanitas, 5: pp.139-145.
- DUNCAN, C.P., SECHREST, L. & MELTON, A.W. 1972. Human memory: Festschrift for Benton J. Underwood. New York. Appleton-Century-Crofts. Meredith Corporation.
- ELLIS, H.C. 1970. Retention : empirical findings and theoretical interpretations. (In MARX, M.H., red. 1970. Learning : processes. Toronto. MacMillan Company, pp.445-478).
- ELLIS, H.C. 1978. Fundamentals of human learning, memory and cognition. Iowa. Wm.C. Brown Company.
- ENTWISLE, D.R. & HUGGINS, W.H. 1964. Interference in meaningful learning. Journal of educational psychology, 55: pp.75-78.
- FRAISSE, P. & PIAGET, J. 1970. Experimental psychology: its scope and method. IV Learning and memory. London. Routledge & Regan Paul.

- GAGNÉ, R.M. 1971. The conditions of learning. New York.
Holt, Rinehart and Winston.
- GIBSON, J.T. 1976. Psychology for the classroom. New Jersey.
Prentice-Hall.
- GILLMAN, S.I. 1970. Retroactive inhibition in meaningful verbal learning as a function of similarity and review of interpolated material. The journal of general psychology, 82: pp.51-56.
- GREENBERG, R. & UNDERWOOD, B.J. 1950. Retention as a function of stage of practice. Journal of experimental psychology, 40: pp.452-457.
- HINTZMAN, D.L. 1978. The psychology of learning and memory. San Francisco. W.H. Freeman and Company.
- HORTON, D.L. & TURNAGE, W.T. 1976. Human learning. New Jersey. Prentice-Hall.
- HOUSTON, J.P. & REYNOLDS, J.H. 1965. First-list retention as a function of list differentiation and second-list massed and distributed practice. Journal of experimental psychology, 69: pp.387-392.
- HULSE, S.H., DEESE, J. & EGETH, H. 1975. The psychology of learning. London. McGraw-Hill.
- JENSEN, L. & ANDERSON, D.C. 1970. Retroactive inhibition of difficult and unfamiliar prose. Journal of educational psychology, 61: pp.305-309.
- JOHNSON, P.E. 1971. Psychology of school learning. New York. John Wiley & Sons, Inc.
- KINTSCH, W. 1977. Memory and cognition. New York. John Wiley & Sons.

- KLAUSMEIER, H.J. 1975. Learning and human abilities: education psychology. New York. Harper & Row.
- MARTIN, E. & MELTON, A.W. 1972. Coding processes in human memory. New York. John Wiley & Sons.
- McGEE, V.E. 1971. Principles of statistics : traditional and bayesian. New York. Appleton-Century-Crofts Meredith Corporation.
- MELTON, A.W. & IRWIN, J.M. 1940. The influence of degree of interpolated learning on retroactive inhibition and the overt transfer of specific responses. American journal of psychology, 53: pp.173-203.
- MILLS, J.A. & WINOCUR, G. 1969. Retroactive inhibition of connected discourse as a function of meaningfulness and of degree of original learning. The journal of psychology, 71: pp.69-76.
- MILONAS, G.T. 1976. Retroactive interference in meaningful verbal learning. Japanese psychological research, 18: pp.91-104.
- POSTMAN, L. 1976. Interference theory revisited (In BROWN, J., red., 1968. Recall and recognition. London. John Wiley & Sons. pp.157-181).
- POSTMAN, L. & KEPPEL, C. 1977. Conditions of cumulative proactive inhibition. Journal of experimental psychology, 106: pp.376-403.
- POSTMAN, L. & STARK, K. 1969. Role of response availability in transfer and interference. Journal of experimental psychology, 79: pp.168-177.
- RAO, V.R. 1966. Retroactive inhibition in learning of school material. Journal of psychological researches, 10: pp.121-129.

- SLAMECKA, N.J. 1961. Proactive inhibition of connected discourse. Journal of experimental psychology, 62: pp.295-301.
- SLAMECKA, N.J. 1962. Retention of connected discourse as a function of duration of interpolated learning. Journal of experimental psychology, 63: pp.480-486.
- SOWDER, C. & GAINES, D. 1976. Interference in delayed free recall. Psychological reports, 39: pp.180-182.
- UNDERWOOD, B.J. 1945. The effect of successive interpolations on retroactive and proactive inhibition. Psychological monographs, 59: pp.1-33.
- UNDERWOOD, B.J. 1948. Retroactive and proactive inhibition after five and forty-eight hours. Journal of experimental psychology, 38: pp.29-38
- UNDERWOOD, B.J. 1957. Interference and forgetting. Psychological review, 64: pp.49-60.
- UNDERWOOD, B.J. & EKSTRAND, B.R. 1967. Studies of distributed practice: XXIV. Differentiation and proactive inhibition. Journal of experimental psychology, 74: pp.574-580.
- UNDERWOOD, B.J. & FREUND, J.S. 1968. Effect of temporal separation of two tasks on proactive inhibition. Journal of experimental psychology, 78: pp.50-54
- WEYL, H. 1949. Philosophy of mathematics and natural science. Princeton. Princeton University Press.
- WINGFIELD, A. 1979. Human learning and memory : an introduction. New York. Harper & Row.
- WONG, M.R. 1970. Retroactive inhibition in meaningful verbal learning. Journal of educational psychology, 61: pp.410-415.

BYLAAG A

AANBIEDING VAN DIE VERSKILLENDIGE LEERSTOFEEENHEDE

A1 Die meetkundige ry

'n Aantal begrippe is eers vinnig hersien deur die volgende voorbeelde op die swartbord te behandel:

(a) Skryf 256 as 'n mag van 2

(b) Skryf 729 as 'n mag van 3

$$(c) \left(\frac{4}{2}\right)^3 = \frac{4^3}{2^3}$$

$$(d) (6^3)^5 = 6^{15}$$

Die volgende voorbeeld van 'n meetkundige ry is gegee:

1, 4, 16, 64,

Met behulp van die voorbeeld is verduidelik

(a) wat met 'n meetkundige ry bedoel word (vgl. par.6.3);

(b) wat die eerste term (a) is;

(c) wat die konstante faktor (r) is. 'n Voorbeeld waar die konstante faktor 'n breuk was, is ook gegee.

Die standaardvorm van 'n meetkundige ry is soos volg afgelei:

1 = 1	= 1	= a
4 = 1 x 4	= 1 x 4	= a x r
16 = 1 x 4 x 4	= 1 x 4 ²	= a x r ²
64 = 1 x 4 x 4 x 4	= 1 x 4 ³	= a x r ³
⋮	⋮	⋮

Die nde term is verduidelik, naamlik ar^{n-1} , asook die wyse waarop die meetkundige gemiddelde x , tussen twee getalle, a en y bepaal kan word, naamlik $x = \sqrt{ay}$

Die volgende voorbeelde is op die swartbord met die proefpersone behandel:

(a) Beskou die volgende meetkundige rye

(i) 2, 4, 8,

Wat is die eerste term?

Wat is die konstante verskil?

Bepaal die 8ste term

(ii) 128, 64, 32, 16,

Wat is die 9de term?

(iii) 729, -243, 81,

Bepaal die 6de term

(b) Die vyfde term van 'n meetkundige ry is 256 en die konstante faktor is 4. Bepaal die eerste term.

(c) Bepaal die ry waarvan die eerste term $\frac{1}{243}$ en die konstante faktor 3 is.

(d) Bepaal die meetkundige gemiddelde tussen 3 en 12.

A2 Rekenkundige ry

'n Voorbeeld van 'n rekenkundige ry is gegee nl. 1, 4, 7, 10,
Hieruit is verduidelik

- (a) wat met 'n rekenkundige ry bedoel word (vgl. par.6.3);
- (b) wat die eerste term (a) is;
- (c) wat die konstante verskil (d) is. 'n Voorbeeld waar d negatief was, is ook gegee.

Die standaardvorm is soos volg afgelei:

$$\begin{array}{lll}
 1 & = & 1 \\
 4 & = & 1 + 3 \\
 7 & = & 1 + 3 + 3 \\
 10 & = & 1 + 3 + 3 + 3
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{lll}
 = & 1 & \\
 = & 1 + 3 & \\
 = & 1 + 2(3) & \\
 = & 1 + 3(3) &
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{lll}
 = & a & \\
 = & a + d & \\
 = & a + 2d & \\
 = & a + 3d &
 \end{array}$$

Die nde term van 'n rekenkundige ry, naamlik $a + (n - 1)d$ is verduidelik.

Die volgende voorbeelde is op die swartbord met die proefpersone behandel:

- (a) Bepaal die 28ste term van die volgende rekenkundige ry:
1, 5, 9,,
- (b) 5, 3, 1, is 'n rekenkundige ry.
Wat is die 10de term?

(c) Die 9de term van 'n rekenkundige ry is 56.

Die konstante verskil is 4

Bepaal (i) die eerste term;

(ii) watter term 72 is.

(d) Bepaal die ry waarvan $a = 6$ en $d = 4$.

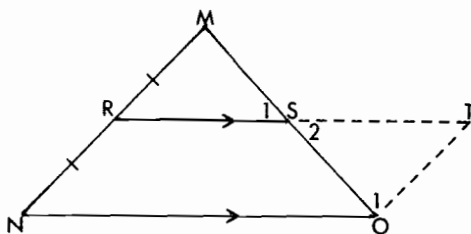
A3 Stelling en die omgekeerde van die stelling

Voordat die stelling of die omgekeerde (vgl. par.6.3) aangebied is, is vorige begrippe wat in die bewyse gebruik word, naamlik ewewydige lyne, parallelogramme en kongruente driehoeke hersien.

Hierna is die stelling of die omgekeerde volledig op die swartbord uitgeskryf en behandel.

Die bewys van die stelling is soos volg uiteengesit :

Die lyn deur die middelpunt van een sy van 'n driehoek, ewewydig aan die tweede sy, halveer die derde sy.



Gee : Δ MNO met $MR = NR$ en $RS \parallel NO$

Gevra : $MS = SO$

Konstruksie : Trek 'n lyn uit O, ewewydig aan MN om RS se verlengde in T te sny.

Bewys :

Bewering

Rede

(1) RNTQ is 'n parallellogram

'n Vierhoek waarvan albei pare teenoorstaande sye ewewydig is, is 'n parallellogram

(2) Dus $RN = TO$

Teenoorstaande sye van 'n parallellogram is gelyk.

(3) maar $RN = RM$

Gegee

(4) Dus $TO = RM$

Albei is gelyk aan NR.

(5) In $\triangle MRS$ en $\triangle TOS$ is

(i) $TO = RM$

Reeds bewys.

(ii) $\hat{S}_1 = \hat{S}_2$

Regoorstaande hoeke is gelyk aan mekaar

(iii) $\hat{O}_1 = \hat{M}$

Verwisselende hoeke van MN//OT

(6) Dus $\triangle MRS \equiv \triangle TOS$

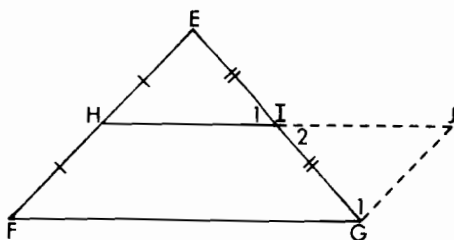
Twee hoeke en 'n sy.

(7) Dus $MS = SO$

Uit kongruensie.

Die omgekeerde van die stelling is soos volg bewys:

Die lyn deur die middelpunte van twee sye van 'n driehoek is ewewydig aan die derde sy.



Gevra : HI // FG

Gegee : EH = HF en EI = IG

Konstruksie : Verleng HI in sy eie lengte na J. Trek GJ.

Bewys :

Bewering

Rede

(1) In $\triangle EHI$ en $\triangle GJI$ is

(i) $\hat{I}_1 = \hat{I}_2$

Regoorstaande hoeke is gelyk aan mekaar.

(ii) EI = GI

Gegee.

(iii) HI = IJ

Konstruksie.

(2) Dus $\triangle EHI \cong \triangle GJI$

Twee sye in 'n ingeslote hoek.

(3) Dus GJ = HE

Uit kongruensie.

(4) Maar HE = HF

Gegee.

(5) Dus HF = GJ

Albei is gelyk aan HE.

(6) Maar $\hat{E} = \hat{G}_1$

Uit kongruensie.

(7) Dus FE // GJ

$\hat{E}$ en $\hat{G}_1$ is verwisselende hoeke.

(8) Dus FH // GJ

FH is 'n gedeelte van FE.

(9) Dus HJFG is 'n
parallelogram

As een paar sye van 'n vierhoek gelyk en ewewydig is, is die vierhoek 'n parallelogram.

(10) Dus HJ // FG

Teenoorstaande sye van 'n parallelogram is ewewydig.

(11) Dus HI // FG

HI is 'n gedeelte van HJ

A4 Die rekenkundige reeks

Eerstens is die volgende rekenkundige ry neergeskryf : 1,3,5,7,.....
en daarna die ooreenkomstige rekenkundige reeks, naamlik
 $1 + 3 + 5 + 7 + \dots$, om daarmee te verduidelik wat onder 'n reken-
kundige reeks verstaan word en hoe dit van die rekenkundige ry verskil.

Uit die standaardvorm van 'n rekenkundige ry: $a, a + d, a + 2d, \dots$ is die standaardvorm van 'n rekenkundige reeks afgelei, naamlik $a + (a + d) + (a + 2d) + \dots$.

Om die som van 'n rekenkundige reeks te bepaal is twee formules afgelei:

(i) $S_n = \frac{n}{2}(a + l)$ indien die laaste term (l) gegee is.

(ii) $S_n = \frac{n}{2} [2a + (n - 1)d]$ indien die laaste term nie gegee is nie.

Die volgende voorbeelde is op die swartbord met die proefpersone behandel:

- (a) $4 + 8 + 12 + \dots$ is 'n rekenkundige reeks.

Bepaal die som van die eerste 8 terme.

- (b) $16 + 11 + 6 + \dots$ is 'n rekenkundige reeks.

Bepaal die som van die eerste 12 terme.

- (c) Die som van die eerste twaalf terme is 342. Die eerste term is 1. Bepaal die konstante verskil.

- (d) Die som van die eerste 10 terme is 360. Die konstante verskil is 6. Bepaal die eerste term.

- (e) $1 + 3 + 5 + \dots + 17$ is 'n rekenkundige reeks met 9 terme.

Bepaal die som van die 9 terme.

BYLAAG B

EVALUERINGSTOETSE

B1 Meetkundige ry

Dui die antwoorde van hierdie vrae op die antwoordblad aan. By elke vraag word 3 of 4 moontlike antwoorde verstrekk waarvan in elke geval slegs een korrek is. Trek 'n kruisie op die antwoordblad oor die letter wat die regte antwoord aandui.

1. 'n Ry waarvan elke term, na die eerste, opgebou kan word deur dieselfde getal (positief of negatief) met die voorafgaande term te vermenigvuldig, heet 'n
 - (a) eindige ry
 - (b) meetkundige ry
 - (c) oneindige ry
2. Die getal waarmee vermenigvuldig word, heet die
 - (a) konstante verhouding
 - (b) konstante getal
 - (c) konstante term
3. Die standaardvorm van 'n meetkundige ry is
 - (a) a, r
 - (b) ar, ar^2
 - (c) $a, ar, ar^2, \dots$

4. Die 9de term van 'n meetkundige ry is

- (a) ar^{10}
- (b) ar^9
- (c) ar^8

5. Beskou die volgende ry : -3, 9, -27, 81,

Die konstante verhouding is

- (a) $\frac{1}{3}$
- (b) -3
- (c) 3

6. Beskou die volgende ry : 729, 243, 81,

Bepaal die 8ste term.

- (a) $\frac{1}{3}$
- (b) $\frac{1}{9}$
- (c) 3
- (d) Nie een van bogenoemde nie.

7. Die 10de term is $\frac{1}{1024}$. Die konstante verskil is $\frac{1}{2}$.

Bepaal die eerste term.

- (a) 1
- (b) 0
- (c) 2
- (d) Nie een van bogenoemde nie

8. Gebruik die gegewens soos in vraag 7 asook die eerste term wat jy bepaal het. Bepaal die 8ste term.

(a) $0(\frac{1}{2})^7$

(b) $1(\frac{1}{2})^7$

(c) $(\frac{1}{2})(\frac{1}{2})^7$

(d) $1(\frac{1}{2})^8$

9. Bepaal die ry waarvan die eerste term $\frac{1}{256}$ en die konstante verhouding -4 is.

(a) $\frac{1}{256}; \frac{1}{64}; \frac{1}{16}; \frac{1}{4};$

(b) $256, 64, 16, 4$

(c) $256; -64; -16; -4;$

(d) $\frac{1}{256}; -\frac{1}{64}; \frac{1}{16}; -\frac{1}{4}; \dots$

10. Bepaal die meetkundige gemiddelde tussen $12\frac{1}{2}$ en 2.

(a) $\pm\sqrt[3]{6\frac{1}{2}}$

(b) ± 5

(c) 25

B2 Rekenkundige ry

Dui die antwoorde van hierdie vrae op die antwoordblad aan. By elke vraag word 3 moontlike antwoorde verstrekk waarvan in elke geval slegs een korrek is. Trek 'n kruisie op die antwoordblad oor die letter wat die regte antwoord aandui.

1. 'n Ry waarvan elke term, na die eerste, opgebou kan word deur dieselfde getal (positief of negatief) by die voorafgaande te tel, heet 'n

- (a) oneindige ry
- (b) eindige ry
- (c) rekenkundige ry

2. Die getal wat opgetel of afgetrek word, heet die

- (a) konstante verskil
- (b) konstante faktor
- (c) konstante getal

3. Die standaardvorm van 'n rekenkundige ry is

- (a) $a + d$
- (b) $a, a + 2d, \dots$
- (c) $a, a + d, a + 2d, \dots$

4. Beskou die volgende ry : 3, 5, 7,

Die 15de term is

- (a) 18
- (b) 33
- (c) 31

5. Die 5de term is 3. Die konstante verskil is $1\frac{1}{2}$

Bepaal die eerste term

(a) -3

(b) $-4\frac{1}{2}$

(c) -1

6. Gebruik die gegewens in vraag 5 asook die eerste term wat jy bepaal het. Bepaal nou watter term gelyk is aan 21.

(a) 16

(b) 17

(c) 15

7. Bepaal die ry waarvan die eerste term 0 en die konstante verskil -3 is.

(a) 0, 3, 6, 9,

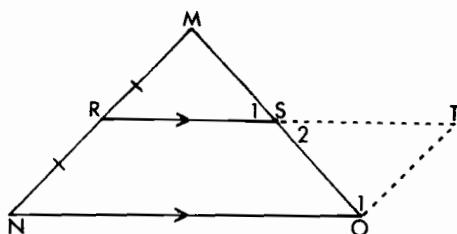
(b) 0, -3.

(c) 0, -3, -6, -9,

B3 Stelling

Naam Groep Nr.

Die lyn deur die middelpunt van een sy van 'n driehoek, ewewydig aan die tweede sy, halveer die derde sy.



Gegee : Δ MNO met $MR = RN$ en $RS \parallel NO$

Gevra : $MS = SO$

Konstruksie : Trek 'n lyn uit O, ewewydig aan MN om RS verleng in T te sny.

Bewys :

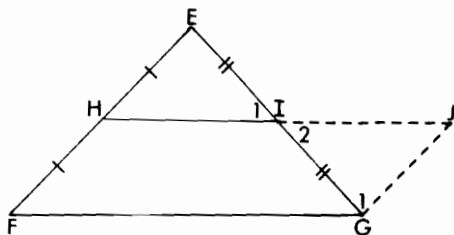
Bewering

Rede

B4 Omgekeerde van stelling

Naam Groep Nr.

Die lyn deur die middelpunte van twee sye van 'n driehoek is ewewydig aan die derde sy.



Gevra : $HI \parallel FG$

Gegee : $EH = HF$ en $EI = IG$

Konstruksie : Verleng HI in sy eie lengte na J en trek GJ

Bewys :

Bewering

Rede

B5 Rekenkundige reeks

Dui die antwoorde van hierdie vrae op die antwoordblad aan. By elke vraag word 3 moontlike antwoorde verstrekk waarvan in elke geval slegs een korrek is. Trek 'n kruisie op die antwoordblad oor die letter wat die regte antwoord aandui.

1. Vind die som van 18 terme van die ry : 3, 7, 11,

- (a) 666
- (b) 711
- (c) 738

2. Vind die som van die eerste 11 terme van die ry :
30, 27, 24,

- (a) $148\frac{1}{2}$
- (b) 165
- (c) 495

3. Die som van 18 terme is 153. Die laaste term is 34.
Bepaal die eerste term.

- (a) -17
- (b) 17
- (c) $-1\frac{8}{9}$

4. Die som van 31 terme is -1116. Die eerste term is -6.
Bepaal die konstante verskil.

- (a) 30
- (b) 2
- (c) -2

BYLAAG C

RETENSIETOETSE

C1 Meetkundige ry

Dui die antwoorde van hierdie vrae op die antwoordblad aan. By elke vraag word 5 moontlike antwoorde verstrekk waarvan in elke geval slegs een korrek is. Trek 'n kruisie op die antwoordblad oor die letter wat die regte antwoord aandui.

1. 'n Ry waarvan elke term, na die eerste, opgebou kan word deur dieselfde getal (positief of negatief) met die voorafgaande term te vermenigvuldig heet
 - (a) 'n rekenkundige ry
 - (b) 'n meetkundige ry
 - (c) 'n eindige ry
 - (d) 'n oneindige ry
 - (e) nie een van bogenoemde nie.

2. 'n Getal (positief of negatief) wat met elke term van 'n meetkundige ry vermenigvuldig word om die volgende term te kry, heet
 - (a) die konstante term
 - (b) die laaste term
 - (c) die konstante verhouding
 - (d) die konstante verskil
 - (e) nie een van bogenoemde nie.

3. Die standaardvorm van 'n meetkundige ry is

- (a) $a + d$
- (b) ar^{n-1}
- (c) $a, a + d$
- (d) $a + (n-1)d$
- (e) $a, ar, ar^2, ar^3, \dots$

4. Die 5de term van 'n meetkundige ry is

- (a) ar^4
- (b) $a + 5d$
- (c) ar^5
- (d) $a + 4d$
- (e) ar^6

5. 3, 6, 12 is 'n voorbeeld van

- (a) 'n rekenkundige ry
- (b) 'n gemiddeld
- (c) 'n rekenkundige reeks
- (d) 'n konstante term
- (e) nie een van bogenoemde nie.

6. Bestudeer die volgende ry : 1, 2, 4, 8,

Die 10de term is

- (a) 19
- (b) 16
- (c) 512
- (d) 1024
- (e) 21

7. Bepaal die ry waarvan die eerste term 2 is en die konstante verhouding 4 is.

- (a) 2, 4, 6,
- (b) 2, 8, 32,
- (c) 2, 6, 10,
- (d) 4, 6, 8,
- (e) 4, 8, 16,

8. Beskou die volgende ry : 4, 4 + 8, 4 + 8(4),

Die konstante verhouding is

- (a) 3
- (b) 4
- (c) 8
- (d) 12

9. Die 7de term is 6561. Die konstante verhouding is 3. Bepaal die eerste term.

(a) $a = \frac{6561}{18}$

(b) $a = \frac{6561}{7}$

(c) $a = \frac{6561}{3^6}$

(d) $a = \frac{6561}{3^5}$

(e) Nie een van bogenoemde nie.

10. Bepaal die meetkundige gemiddelde tussen $2\frac{2}{3}$ en $30\frac{3}{8}$.

(a) 89

(b) $27\frac{17}{24}$

(c) $33\frac{1}{24}$

(d) $32\frac{25}{24}$

(e) Nie een van bogenoemde nie.

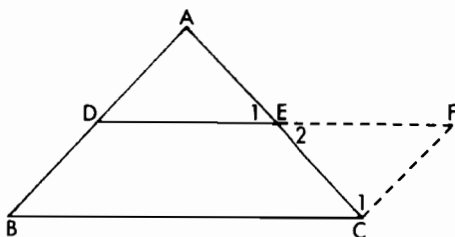
C2 Stelling

Naam

Groep Nr.

Bewys die stelling :

Die lyn deur die middelpunt van een sy van 'n driehoek ewewydig aan die tweede sy, halveer die derde sy.



Gegee :

Gevra :

Konstruksie :

Bewys :

Bewering

Rede

C3 Rekenkundige ry

Dui die antwoorde van hierdie vrae op die antwoordblad aan. By elke vraag word 5 moontlike antwoorde verstrekk waarvan in elke geval slegs een korrek is. Trek 'n kruisie op die antwoordblad oor die letter wat die regte antwoord aandui.

1. 'n Ry waarvan elke term, na die eerste, opgebou kan word deur dieselfde getal (positief of negatief) by die voorafgaande term te tel, heet
 - (a) 'n rekenkundige reeks
 - (b) 'n rekenkundige ry
 - (c) 'n eindige ry
 - (d) 'n oneindige reeks
 - (e) nie een van bogenoemde nie.
2. 'n Getal (positief of negatief) wat by elke term van 'n rekenkundige ry getel moet word om die volgende term te kry, heet
 - (a) die konstante term
 - (b) die laaste term

- (c) die konstante verskil
- (d) die som van die terme
- (e) nie een van die bogenoemde nie

3. Die standaardvorm van 'n rekenkundige ry is

- (a) $a + d$
- (b) $\frac{n}{2}(a + l)$
- (c) $a, a + d$
- (d) $\frac{n}{2}[2a + (n - 1)d]$
- (e) $a, a + d, a + 2d, \dots$

4. Die 5de term van 'n rekenkundige ry is

- (a) $a + 4d$
- (b) $\frac{5}{2}(2a + 5d)$
- (c) $a + 5d$
- (d) $\frac{5}{2}(2a + 4d)$
- (e) $a + 6d$

5. 1, 4, 7, is 'n voorbeeld van

- (a) 'n rekenkundige gemiddeld
- (b) 'n rekenkundige reeks
- (c) 'n konstante term
- (d) nie een van bogenoemde nie

6. Bestudeer die volgende ry : 1, 5, 9, 13,

Die 20ste term is

- (a) 741
- (b) 28
- (c) 81
- (d) 77
- (e) 820

7. -3, 0, 3,

Watter term is gelyk aan 87

- (a) 106
- (b) 37
- (c) 50
- (d) 90
- (e) Nie een van bogenoemde nie.

8. Die ry bestaan uit 17 terme, a is 5; d is -2.

Bepaal die laaste term.

- (a) -29
- (b) 5
- (c) -187
- (d) -27
- (e) Nie een van bogenoemde nie.

9. Beskou die volgende : 6, $6 + 6$, $6 + 2(6)$, $6 + 3(6)$,

Bepaal die 16de term.

- (a) 96
- (b) 816

- (c) 102
- (d) 176
- (e) Nie een van bogenoemde nie.

10. Bepaal die ry waarvan die eerste term -3 is en die konstante verskil 6 .

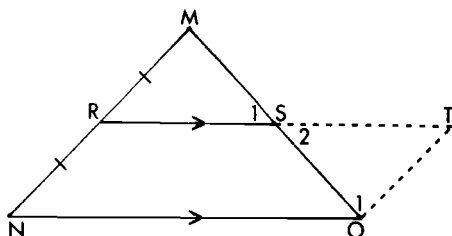
- (a) $-3 + 3 + 9 + \dots$
- (b) $-3, 3, 9, \dots$
- (c) $-3 + 3 + 6 + \dots$
- (d) $-3, 3, 6, \dots$
- (e) Nie een van bogenoemde nie.

BYLAAG D

MEMORANDA

D1 Memorandum van toets B3

Die lyn deur die middelpunt van een sy van 'n driehoek, ewewydig aan die tweede sy halveer die derde sy.



Gegee : ΔMNO met $MR = NR$ en $RS \parallel NO$

Gevra : $MS = SO$

Konstruksie : Trek 'n lyn uit O, ewewydig aan MN om RS se verlengde in T te sny.

Bewys :

Bewering

Rede

(1) RNTS is 'n
parallelogram (1)

'n Vierhoek(1) waarvan albei pare
teenoorstaande sye ewewydig is,
is 'n parallelogram.(1)

(2) Dus $RN = TS$ (1)

Teenoorstaande sye van 'n
parallelogram is gelyk.(1)

(3) Maar $RN = RM$ (1)

Gegee (1)

(4) Dus $TS = RM$ (1)

Albei is gelyk aan NR .(1)

*Bewering**Bewys*

(5) In $\triangle MRS$ en $\triangle TOS$ is (1)

(i) $TO = RM$ (1)

Reeds bewys. (1)

(ii) $\hat{S}_1 = \hat{S}_2$ (1)

Regoorstaande hoeke is gelyk aan mekaar. (1)

(iii) $\hat{O}_1 = \hat{M}$ (1)

Verwisselende hoeke van $MN \parallel OT$. (1)

(6) Dus $\triangle MRS \equiv \triangle TOS$ (1)

Twee hoeke en 'n sy. (1)

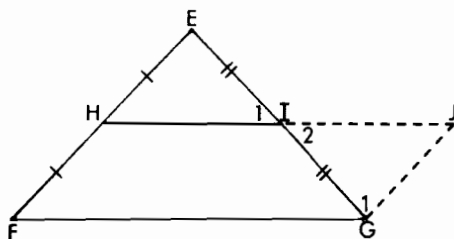
(7) $MS = SO$ (1)

Uit kongruensie (1)

Totaal 20

D2 Memorandum van toets B4

Die lyn deur die middelpunte van twee sye van 'n driehoek is ewewydig aan die derde sy.



Gevra : $HI \parallel FG$

Gegee : $EH = HF$ en $EI = IG$

Konstruksie : Verleng HI in sy eie lengte na J. Trek GJ.

Bewys :

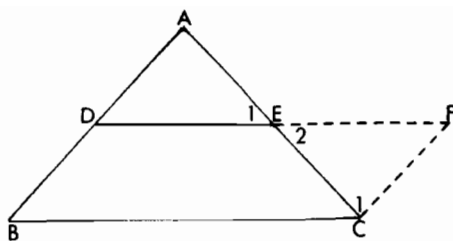
*Bewering**Rede*

- | | |
|--|--|
| (1) In $\triangle EHI$ en $\triangle GJI$ (1) is | |
| (i) $\hat{I}_1 = \hat{I}_2$ (1) | Regoorstaande hoeke is gelyk aan mekaar (1) |
| (ii) $EI = GI$ (1) | Gegee (1) |
| (iii) $HI = IJ$ (1) | Konstruksie (1) |
| (2) Dus $\triangle EHI \equiv \triangle GJI$ (1) | Twee sye en 'n ingeslote hoek (1) |
| (3) Dus $GJ = HE$ (1) | Uit kongruensie (1) |
| (4) Maar $HE = HF$ (1) | Gegee (1) |
| (5) Dus $HF = GJ$ (1) | Albei is gelyk aan HE (1) |
| (6) Maar $\hat{E} = \hat{G}_1$ (1) | Uit kongruensie (1) |
| (7) Dus $FE \parallel GJ$ (1) | $\hat{E}$ en $\hat{G}_1$ is verwisselende hoeke (1) |
| (8) Dus $FH \parallel GJ$ (1) | FH is 'n gedeelte van FE (1) |
| (9) Dus $HJFG$ is 'n parallelogram (1) | As een paar sye van 'n vierhoek gelyk en ewewydig is, is die vierhoek 'n parallelogram (3) |
| (10) Dus $HJ \parallel FG$ (1) | Teenoorstaande sye van 'n parallelogram is ewewydig (2) |
| (11) Dus $HI \parallel FG$ (1) | HI is 'n gedeelte van HJ (1) |

Totaal
30

D3. Memorandum van toets C2

Die lyn deur die middelpunt van een sy van 'n driehoek, ewewydig aan die tweede sy halveer die derde sy.



Gegee : $\triangle ABC$ met $AD = BD$ en $DE \parallel BC$ (1)

Gevra : $AE = CE$ (1)

Konstruksie : Trek 'n lyn uit C, ewewydig aan AB om DE se verlengde in F te sny (1).

Bewys :

Bewering

- (1) DBCF is 'n
parallelogram (1)
- (2) Dus $DB = CF$ (1)
- (3) maar $DB = AD$ (1)
- (4) Dus $CF = AD$ (1)
- (5) In $\triangle ADE$ en $\triangle CFE$ is
 - (i) $CF = AD$ (1)
 - (ii) $\hat{E}_1 = \hat{E}_2$ (1)
 - (iii) $\hat{C}_1 = \hat{A}$ (1)
- (6) Dus $\triangle ADE \cong \triangle CFE$ (1)
- (7) Dus $AE = CE$ (1)

Rede

'n Vierhoek waarvan albei pare teenoorstaande sye ewewydig is, is 'n parallelogram (1)

Teenoorstaande sye van 'n parallelogram is gelyk (1)

Gegee (1)

Albei is gelyk aan BD (1)

Reeds bewys (1)

Regoorstaande hoeke is gelyk aan mekaar (1)

Verwisselende hoeke van $AB \parallel CF$ (1)

Twee hoeke en 'n sy (1)

Uit kongruensie

Totaal 20