

'N EMPIRIESE ONDERSOEK NA DIE VERBAND TUSSEN DIE
PRESTASIES VAN 'N GROEP LAERSKOOLEERLINGE IN DIE
SKOLASTIESE PRESTASIE TOETS IN REKENKUNDE EN HUL
PRESTASIES IN DIE N.S.A.G., SOWEL AS HUL
PRESTASIES IN DIE SKOOLVAK WISKUNDE

C.F. BESTER

19-7-77 3.0

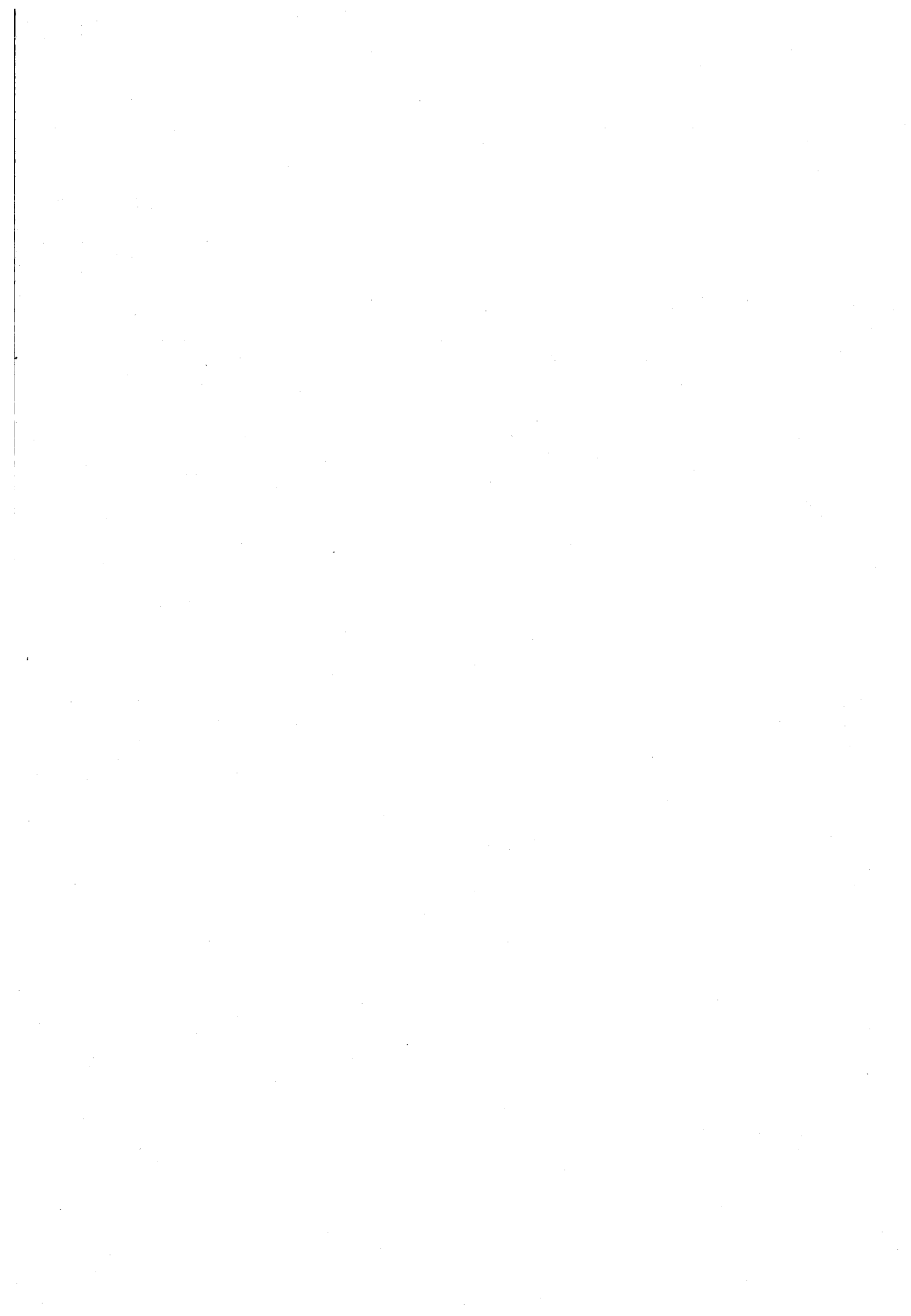


U.O.V.S. - BIBLIOTEEK

198313791001220000018



BRANDY EXHIBIT 2000 ORDER
GIVE OF SPANISH IN 17 181
USING THE VERY YOUR WORD ME



’N EMPIRIESE ONDERSOEK NA DIE VERBAND TUSSEN DIE
PRESTASIES VAN ’N GROEP LAERSKOOLEERLINGE IN DIE SKO-
LASTIESE PRESTASIE TOETS IN REKENKUNDE EN HUL PRES-
TASIES IN DIE N.S.A.G., SOWEL AS HUL PRESTASIES
IN DIE SKOOLVAK WISKUNDE

d e u r

CHRISTIAAN FERDINAND BESTER, B.A. (Hons), B.Ed.

Verhandeling ingehandig ter vervulling van die vereistes
vir die graad

MAGISTER EDUCATIONIS

in die Fakulteit Opvoedkunde
Departement Psigopedagogiek
aan die

Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein

Junie 1983

STUDIELEIER : PROF. P.A.E. HOFFMAN

UNIVERSITEIT VAN DIE ORANJE-VRYS-
TAAAT
BLOEMFONTEIN

DANKBETUIGINGS

Dit is vir my 'n besondere voorreg om my waardering en dank uit te spreek teenoor:

My studieleier, Prof. P.A.E. Hoffman vir sy bekwame leiding, motivering, onmisbare hulp en menslike optrede;

Dr. J.I. de Wet vir sy hulp en raad met die verwerking van die statistiese gegewens;

Mnre. R. Beukes en J. Nel vir elkeen se besondere bydrae;

Die Personeel van die Universiteitsbiblioteek wat altyd behulpsaam was;

Die Skoolhoofde van die betrokke skole vir hul vriendelike hulp;

Mev. E. Koekemoer vir die netjiese woordverwerking en flink diens;

My Moeder en familie vir hul belangstelling;

My vrou, Louise, vir haar besondere bystand en hulp tydens hiérdie studie asook my kinders wat soveel moes opoffer;

Alle eer aan God wat my die geleentheid gegee het om die studie te kon voltooi.

C.F. BESTER

BLOEMFONTEIN

Junie 1983

AAN ; Louise, Ferdie en Carel

ˆN EMPIRIESE ONDERSOEK NA DIE VERBAND TUSSEN DIE PRESTASIES VAN ˆN GROEP LAERSKOOLEERLINGE IN DIE SKOLASTIESE PRESTASIE TOETS IN REKENKUNDE EN HUL PRESTASIES IN DIE N.S.A.G., SOWEL AS HUL PRESTASIES IN DIE SKOOLVAK WISKUNDE

I N H O U D S O P G A W E

Bladsye

AFDELING A

LITERATUURSTUDIE

HOOFSTUK I

1.	<u>PROBLEEMSTELLING EN PROGRAMAANKONDIGING</u>	1 - 6
1.1	INLEIDING	1
1.2	PROBLEEMSTELLING	2
1.3	PROGRAMAANKONDIGING	4
1.3.1	<u>Afdeling A: Literatuurstudie</u>	4
1.3.1.1	Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets	5

1.3.1.2	Aard en Wese van Wiskunde	5
1.3.1.3	Die begrip "intelligensie"	5
1.3.1.4	Leerteorieë	5
1.3.1.5	Aanverwante navorsing	6
1.3.2	<u>Afdeling B:</u>	6
1.3.2.1	Versameling van gegewens	6
1.3.2.2	Resultate en interpretasie	6

HOOFSTUK II

2.	<u>VERSTANDSMETING</u>	7 - 24
2.1	INLEIDING	7
2.2	PSIGOMETRIESE MEETMIDDELS	7
2.2.1	Historiese agtergrond	7
2.2.1.1	Die bydrae van Esquirol	8
2.2.1.2	Eksperimentele navorsing	8
2.2.1.3	Die werk van Binet en Simon	9
2.2.1.4	Groep-toetse	12
2.2.2	Verstandsmeting in Suid-Afrika	13

	<u>Bladsye</u>	
2.2.2.1	Historiese agtergrond	13
2.2.2.2	Suid-Afrikaanse Groep- toetse	14
2.3	DIE NUWE SUID-AFRIKAANSE GROEPTOETS	15
2.3.1	Beskrywing van die Junior Reeks	16
2.3.1.1	Die nie-verbale subtoetse	16
2.3.1.2	Die verbale subtoetse	17
2.3.2	Intelligensie Kwosiënt	17
2.3.2.1	Die interpretasie van die I.K.-syfer	18
2.3.3	Intelligensie Kwosiënt en Wiskun- de Prestasie	20
2.4	SAMEVATTING	22

HOOFSTUK III

3.	<u>DIE SKOOLVAK : WISKUNDE</u>	25 - 39
3.1	INLEIDING	25

3.2	WISKUNDE AS 'N WETENSKAP	26
3.3	DOELSTELLINGS MET DIE ONDERRIG VAN WISKUNDE	27
3.3.1	Doelstelling met betrekking tot Wiskunde self	28
3.3.2	Onderrig van Wiskunde as doel om die volledigste ontwikkeling van die Christelike persoonlikheid	29
3.3.3	Beroepsgerigtheid	31
3.4	MOONTLIKE FAKTORE WAT 'N INVLOED KAN HÊ OP 'N LEERLING SE WISKUNDE PRESTASIE	31
3.4.1	Faktore binne die wiskundeklas	32
3.4.2	Individuele faktore van die wiskunde leerling	34
3.5	DIE METING VAN DIE LEERLINGE SE SKOLASTIESE BEKWAAMHEID IN WISKUNDE	34
3.5.1	Doelstellings	35
3.5.2	Beskrywing van dié gestandaardiseerde toets	35
3.5.2.1	Subtoets 1	35
3.5.2.2	Subtoets 2	36
3.5.2.3	Subtoets 3	36

	<u>Bladsye</u>
3.5.3 Toepassing van die toets	37
3.5.4 Resultate	37
3.6 SAMEVATTING	38

HOOFSTUK IV

4 <u>DIE OMSKRYWING VAN DIE BEGRIP INTELLIGENSIE</u>	40 - 68
4.1 INLEIDING	40
4.2 HISTORIESE PERSPEKTIEF	41
4.2.1 Intelligensie verklaar deur introspeksie	41
4.2.2 Intelligensie verklaar deur meting	42
4.2.3 Intelligensie as kognitiewe ontwikkeling	44
4.3 RIGTINGS VAN WAARUIT INTELLIGENSIE BESKOU KAN WORD	45
4.3.1 Agnostiewe rigting	45
4.3.2 Die Biologiese-teleologiese intelligensierigting	46
4.3.3 Die Opvoedkundige rigting	47
4.3.4 Die Skolastiese denkrigting	47

4.4	FAKTORANALISE	48
4.4.1	Spearman se tweefaktorteorie	48
4.4.2	Thurstone se veelvoudige- of ge- weegde groepfaktorteorie	50
4.4.3	Hiërargiese groepfaktore	52
4.4.4	J.P. Guilford se model van die struktuur van intelligensie	53
4.5	PIAGET SE BESKOUINGE OOR INTELLIGENSIE	54
4.5.1	Die verskillende fases in die denkontwikkeling	55
4.5.1.1	Die senso-motoriese denk- handelingsfase	56
4.5.1.2	Die voor-operasionele fase	56
4.5.1.3	Konkreet-operasionele fase	57
4.5.1.4	Die formeel-operasionele fase	59
4.5.2	'n Kritiese beskouing van Piaget se teorieë en ondersoekmetodes	60
4.6	INTELLIGENSIE EN WISKUNDE	62
4.6.1	Wiskunde en kognitiewe ontwikke- ling	62
4.6.2	Wiskunde vermoë as 'n spesifieke vermoë	63

4.6.3	Intelligensie-aktualisering en Wiskunde	64
4.7	SAMEVATTING	65

HOOFSTUK V

5.	<u>BESKOUINGE AANGAANDE LEER</u>	69 - 83
5.1	INLEIDING	69
5.2	ASSOSIASIE-TEORIEë	69
5.3	DIE GESTALTPSIGOLOGIE	73
5.4	DIE LEERTEORIE VAN VAN PARREREN	75
5.4.1	Die leerproses as kwalitatiewe ontwikkeling van die denkhandeling- struktuur	76
5.4.2	Leer as die vorming van outoma- tismes	77
5.4.3	Die begrip "valensiewerking"	77
5.4.4	Intensionele leer	78
5.4.5	Onbewuste leer	79
5.5	LEER IN DIE WISKUNDE	80

5.6	SAMEVATTING	82
-----	-------------	----

HOOFSTUK VI

6	<u>AANVERWANTE NAVORSING</u>	84 - 91
6.1	INLEIDING	84
6.2	INTELLIGENSIE : VERBALE EN NIE-VERBALE- TELLINGS	84
6.3	INTELLIGENSIE : WISKUNDE PRESTASIE EN DENKVLAKONTWIKKELING	85
6.4	INTELLIGENSIE : AKADEMIESE PRESTASIE IN DIE PRIMERE SKOOL	88
6.5	INTELLIGENSIE : ONDERRIGMETODES IN WIS- KUNDE	88
6.6	INTELLIGENSIE : PRESTASIE IN DIE VER- SKILLENDE AFDELINGS VAN WISKUNDE	90
6.7	SAMEVATTING	91

AFDELING B

EMPIRIESE NAVORSING

HOOFSTUK VII

7.	<u>METODE VAN ONDERSOEK</u>	92 - 100
7.1	STEEKPROEF	92
7.2	MEETINSTRUMENTE	93
7.2.1	Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier	93
7.2.2	Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets	93
7.2.3	Akademiese prestasie in die skoolvak Wiskunde	94
7.3	STATISTIESE TEGNIEKE	94
7.3.1	Pearson-korrelasiekoëffisiënt	94
7.3.1.1	Veranderlikes	95
7.3.1.2	Korrelasie Koëffisiënt	96
7.3.1.3	t-waardes	97
7.3.2	Meervoudige regressie analise	98

	<u>Bladsye</u>
7.3.2.1 Korrelasiematriks	98
7.3.2.2 Meervoudige korrelasie- koëffisiënt (r)	99
7.3.2.3 R ² -waarde	99
7.3.2.4 F-waarde	99
7.3.2.5 Standaardafwyking (s)	100
7.3.2.6 Regressievergelyking \hat{Y}	100

HOOFSTUK VIII

8 <u>RESULTATE EN INTERPRETASIES</u>	101 - 140
8.1 GEMIDDELDES EN STANDAARDAFWYKINGS	101
8.1.1 Gemiddeldes \bar{X}	102
8.1.2 Standaardafwyking (s)	102
8.2 KORRELASIEMATRIKS	104
8.2.1 t-waardes (toetsstatistiekwaardes)	105
8.2.2 Interpretasie van die korrelasie- matriks	106
8.2.2.1 Korrelasie: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkun- de vir Standerd Vier - Totaaltellings en subtoetse	106

8.2.2.2	Korrelasie: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier - Totaaltelling en I.K.-telling	107
8.2.2.3	Korrelasie: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier - Akademiese Prestasie in Wiskunde	108
8.2.2.4	Korrelasie: I.K.-telling en Akademiese Prestasie in Wiskunde	109
8.2.2.5	Korrelasie: Wiskunde Akademiese prestasies onderling	110
8.3	MEERVOUDIGE REGRESSIE ANALISE	111
8.3.1	Regressie Analise:	112
8.3.1.1	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vier soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier	114
8.3.1.2	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vier soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Intelligensie Kwosiënt	115
8.3.1.3	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vier soos verklaar deur die onafhanklike veranderlikes saam	116
8.3.1.4	Die Regressie vergelyking	117

8.3.2	Regressie Analise:	119
8.3.2.1	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vyf soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier	121
8.3.2.2	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vyf soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Intelligensie Kwosiënt	122
8.3.2.3	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vyf soos verklaar deur al die onafhanklike veranderlikes saam	122
8.3.3	Regressie Analise:	124
8.3.3.1	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Ses soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier	126
8.3.3.2	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Ses soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Intelligensie Kwosiënt	127
8.3.3.3	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Ses soos verklaar deur al die onafhanklike veranderlikes saam	127
8.3.4	Regressie Analise:	129

8.3.4.1	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Sewe soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier	131
8.3.4.2	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Sewe soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Intelligensie Kwosiënt	132
8.3.4.3	Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Sewe soos verklaar deur al die onafhanklike veranderlikes saam	132
8.3.5	Persentasie Variasie Verklarings	133
8.3.6	Voorspellingsmoontlikhede van die Onafhanklike veranderlikes	135
8.3.6.1	Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier as Voorspeller	135
8.3.6.2	I.K.-telling as Voorspeller	137
8.3.6.3	Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier saam met I.K.-telling as Voorspeller	138
8.3.6.4	Die Berekende Wiskunde Akademiese Prestasies van Leerling A	139

HOOFSTUK IX

9	<u>GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS WAT UIT HIERDIE NAVORSING GEMAAK KAN WORD</u>	141 - 152
9.1	GEVOLGTREKKINGS	141
9.1.1	Beduidendheid	141
9.1.2	Korrelasies	141
9.1.2.1	Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier en I.K.-tellings	141
9.1.2.2	Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier - Akademiese prestasie in Wiskunde vanaf Standerd Vier tot Sewe	142
9.1.2.3	I.K.-tellings en akademiese prestasie in Wiskunde	142
9.1.3	Meervoudige regressie analise	143
9.1.3.1	Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier as onafhanklike veranderlike	144
9.1.3.2	Intelligensie-telling as onafhanklike veranderlike	144

9.1.3.3	Die Skolastiese Prestasie- toets in Rekenkunde vir Standaard Vier en die I.K.- tellings saam as die onaf- hanklike veranderlikes	145
9.1.3.4	Regressie vergelykings	145
9.2	HIPOTEESES	146
9.3	BEVINDINGE EN AANBEVELINGS	148
9.4	'N TOEKOMSBEELD	151
	SAMEVATTING	153
	BIBLIOGRAFIE	157 - 166

AFDELING ILITERAATUURSTUDIEHOOFSTUK I.1. PROBLEEMSTELLING EN PROGRAMAANKONDIGING.1.1 Inleiding.

Rekenkunde in die Laerskool vorm 'n integrale deel van die leerling se leerstof vanaf substanderd A (graad een) tot standerd vier. Die term wiskunde word vry algemeen in die Laerskool gebruik vir die vak Rekenkunde. Die gebruik van die wetenskap op byna alle terreine van die lewe maak dit nodig dat die meeste mense ten minste 'n elementêre kennis van Wiskunde moet hê (Strauss, 1978, p.1). Die gevolg hiervan is dat probleme met Rekenkunde asook die skynbare agteruitgang in prestasie in Wiskunde wat 'n leerling mag ondervind ernstige kommer wek by die onderwyser sowel as die ouer (Vorster, 1971, p.1).

Die Skolastiese Prestasietoetse in Rekenkunde is opgestel met die doel om 'n betroubare, objektiewe aanduiding van die rekenkundeprestasies van leerlinge in substanderd A tot standerd vier te verkry (Handleiding 1133 PS, 1974, p.1). Volgens Marais is dit die taak van die

opvoeder om vas te stel watter faktore almal 'n rol speel by 'n spesifieke kind met rekenprobleme (Marais, 1974, p.11). Dit is die skrywer se mening dat syferdata wat aan die Laerskoolonderwyser beskikbaar is, meer sinvol aangewend behoort te word tot voordeel van die leerlinge. Hierdie statistiese gegewens behoort nie net aangewend te word tot probleem gevalle nie, maar die begaafde leerling behoort ook met behulp hiervan alreeds op Laerskool geïdentifiseer te word sodat hulle waar moontlik spesiale aandag kan kry (Groenewald, 1979, p.33; Ryan, 1981, p. 4; Van der Walt, 1980, p. 18).

1.2 Probleemstelling.

Die statistiese gegewens wat beskikbaar is aangaande die rekenkundige vermoë van 'n standerd vier-leerling sluit die volgende in:

- (a) Intelligensie Kwosiënt (I.K.) - met 'n verbale, nie-verbale en totaalstelling.
- (b) Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier - met drie subtoetse en totaalstelling.
- (c) Eksamenpunte in die skoolvak Wiskunde.

Statistiese konsepte kan die opvoeder help om die prestasie van hul klasse asook die doeltreffendheid van hul eie onderwys meer betroubaar te evalueer as deur blote veronderstellings (Van der Walt, 1977, p. 13). Met hierdie studie word gepoog om vele van die veronderstellings wat deur opvoeders en ouers gemaak word empiries te ondersoek. Die veronderstellings kan in die volgende hipoteses saamgevat word.

- (a) Daar is 'n beduidende korrelasie tussen 'n leerling se Intelligensie Kwosiënt (I.K.), sy prestasies in die skoolvak Wiskunde asook sy prestasie in die Rekenkunde Prestasietoets.
- (b) Daar is 'n beduidende korrelasie tussen 'n leerling se I.K., en sy prestasie in die skoolvak Wiskunde.
- (c) Daar is 'n beduidende korrelasie tussen die leerling se I.K. en sy prestasie in die Rekenkunde Prestasietoets, maar geen beduidende korrelasie met sy prestasie in die skoolvak Wiskunde nie.
- (d) Daar is 'n beduidende korrelasie tussen 'n leerling se prestasie in die Rekenkunde Prestasietoets en sy prestasie in die skoolvak Wiskunde, maar geen beduidende korrelasie met sy I.K. nie.

- (e) Daar is geen korrelasie tussen die leerling se Intelligensie Kwosiënt, sy prestasie in die Rekenkunde Prestasietoets en sy prestasie in die skoolvak Wiskunde nie.

Die gestelde hipoteses word getoets deur empiriese navorsing. Die gegewens verkry deur hierdie navorsing kan moontlik 'n bydrae lewer om meer lig te werp op die meningsverskille wat daar mag bestaan oor die bruikbaarheid of noodsaaklikheid van die data soos verkry deur die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier. Daar bestaan ook 'n dringende behoefte by ouers en voorligters om 'n voorspelling te kan maak van 'n leerling se moontlike akademiese prestasie in Wiskunde op die Sekondêre Skool. Die studie poog dan ook om voorspellingsvergelykings daar te stel vir die junior sekondêre skoolfase.

1.3 Programaankondiging.

Die studie word in twee hoofafdelings ingedeel.

1.3.1 Afdeling A.

In Afdeling A word 'n literatuurstudie gedoen aangaande die begrippe wat verband hou met dié navorsing.

1.3.1.1. Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets.

In Hoofstuk twee word aandag geskenk aan die historiese ontstaan van verstandsmeting met die besondere verwysing na die Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets.

1.3.1.2. Aard en Wese van Wiskunde.

In Hoofstuk drie word die aard en wese van Wiskunde asook die omskrywing van die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier-leerlinge bespreek.

1.3.1.3. Die begrip "intelligensie".

Die begrip "intelligensie" word in Hoofstuk vier omskryf. Verskillende benaderings word in historiese perspektief ondersoek.

1.3.1.4. Leerteorieë.

In Hoofstuk vyf word daar verwys na verskillende Leerteorieë. Daar word veral gelet op die belangrikheid van leer vir die onderrig van Wiskunde, asook die moontlike invloed wat dit op die akademiese prestasie van die leerling in Wiskunde mag hê.

1.3.1.5. Aanverwante navorsing.

Aanverwante navorsing wat betrekking het op hierdie studie word in hoofstuk ses behandel.

1.3.2. Afdeling B.

In Afdeling B word die navorsingsmetode asook die interpretasie van die resultate bespreek.

1.3.2.1. Versameling van gegewens.

In Hoofstuk sewe word die versameling van gegewens verduidelik asook die meetinstrumente wat gebruik is.

1.3.2.2. Resultate en Interpretasie.

Die resultate en interpretasie word in Hoofstuk agt aangetoon en bespreek. Die interpretasie word empiries aangevul met 'n Meervoudige Regressie Analise om onafhanklike veranderlikes te identifiseer. Met die daarstelling van 'n regressie vergelyking is die voorspellingswaarde van verskillende onafhanklike veranderlikes met betrekking tot die afhanklike veranderlike bepaal.

HOOFSTUK II

2 VERSTANDSMETING.

2.1 Inleiding.

Die mens se verstandsvermoë verskil van individu tot individu. Die opvoeder en ouer wil graag betekenisvolle objektiewe inligting aangaande 'n leerling se vermoë bekom. Psigometriese meetmiddels is so ontwerp en saamgestel dat dit poog om as hulpmiddel te kan dien tot die evaluering van sekere menslike vermoëns.

2.2 Psigometriese meetmiddels.

2.2.1 Historiese agtergrond.

Aanvanklik het die opvoeder nie veel aandag geskenk aan individuele verskille nie, maar met die latere instelling van langer en verpligte onderwys het die noodsaaklikheid vir die erkenning van individuele verskille 'n belangrike deel van die opvoedingstaak begin uitmaak. Die ontwikkeling van verstandsmeting kan terug gevoer word na die einde van die negentiende eeu.

2.2.1.1. Die bydrae van Esquirol.

Die Franse geneesheer Esquirol was moontlik die eerste persoon om verskillende grade van swak-sinnigheid te klassifiseer. In 1838 publiseer hy sy bewerings oor die verskille tussen die krank-sinnige en swaksinnige. Hy het tot die gevolgtrekking gekom dat die individu se vermoë om sy taal te gebruik, die mees betroubare kriterium van intellektuele vermoë, weergee (Van der Walt, 1970, p.28). Die belangrike rol wat verbale vermoë speel in die evaluering van intelligensie word weerspieël in die gebruik daarvan in intelligensietoetse tot op hede (Anastasi, 1969, p.6).

2.2.1.2. Eksperimentele navorsing.

In 1879 het Wundt in sy laboratoriums, te Leipzig, eksperimente gedoen om die sensitiwiteit van die individu tot visuele, ouditiwe en ander sensoriese prikkels te meet (Van der Walt, 1970, p.29). 'n Belangrike bydrae tot meting wat uit die eksperimente voortgevloei het, is die besef dat die eksperimente elke keer onder dieselfde gekontroleerde omstandighede moet geskied (Anastasi, 1969, p.7).

Die eksperimentele pogings om intellektuele vermoë te meet is verder beïnvloed deur die werk van Galton. Hy het veral klem gelê op individuele verskille met die aksent op die meting van sensoriese vermoëns omdat hy aanvaar het dat dit beduidend met intellektuele vermoë moet korreleer (Van der Merwe, 1978, p.33). Ander navorsers soos Cattell het die werk van Galton opgevolg. Hy het net soos Galton gekonsentreer op eenvoudige faktore soos reaksietyd, sintuiglike waarneming, meganiese geheue en motoriese vaardighede. Na vele verdere navorsing blyk dit vandag dat hierdie navorsers se werk nie van veel wesentlike waarde was nie (Swart, 1977, p.10). In 1890 gebruik Cattell die term "mental test" vir die eerste keer in 'n artikel wat hy skryf (Anastasi, 1969, p.8).

2.2.1.3 Die werk van Binet en Simon.

Binet, 'n Franse Sielkundige, het hom toegespits op die meting van die hoër psigiese funksies soos aandag, geheue, verbeelding, rekenvermoë, estetiese waardering, wilsinspanning, ruimtelike waarneming en ook motoriese vaardigheid (Pretorius, 1977, p.127). In samewerking met die medikus, Simon, het Binet 'n individuele toetsskaal in 1905 opgestel. Die skaal het hy in opdrag van die Franse regering opgestel met die uitsluitlike doel om te

bepaal of 'n kind slim of dom is (Van der Walt, 1970, p. 31). Die toetsskaal staan bekend as die Binet-Simonskaal.

Die 1905-skaal met sy 30 kort toetse het die klem laat val op geheue, verbeelding, willekeurige aandag en oordeel of gesonde verstand (Swart, 1977, p.11). In 1908 verskyn Binet en Simon se tweede toetsskaal. Die aantal toetse van die skaal is verhoog nadat van die ondoeltreffende toetse van die vorige skaal weggelaat is. Met hierdie skaal het hulle die begrip "verstandsouderdom" by verstandsmeting ingevoer. Die toetse is op verskillende ouderdomsvlakke ingedeel. 'n Verskeidenheid van toetsitems is aan 'n honderd leerlinge gegee om te beantwoord. Die vlakindeling van 'n toetsitem is bepaal deur die sukses waarmee dit beantwoord kon word deur verskillende ouderdomsgroepe. 'n Toetsitem is geskik vir 'n vyfjarige toetsling indien dit deur omtrent twee derdes van die vyfjarige leerlinge met sukses beantwoord kan word (Van der Walt, 1970, p. 31). Met hierdie werkswyse is toetsitems vir al die ouderdomsgroepe vanaf drie jaar tot dertien jaar geselekteer. Met hierdie toetsskaal kan daar nou vasgestel word of 'n kind slimmer of dommer is as die gemiddelde kind van sy ouderdom. Indien 'n kind van ses jaar

dieselfde sukses behaal het as die gemiddelde kind van sewe jaar, dan het hy 'n verstandsouderdom van sewe jaar (Pretorius, 1977, p. 127). Die kind se prestasie in die toetsskaal word dan uitgedruk in verstandsouderdom (Binet, 1914, p.148).

In 1911, die jaar waarin Binet oorlede is, word die derde hersiene Binet-Simon Skaal uitgereik. Die toetsskaal het nie veel verandering getoon nie, maar dit het nou ook voorsiening gemaak vir die toetsing van volwassenes. In Amerika het Terman van die Stanford Universiteit die Binet-Simon Skaal hersien. Hierdie hersiene skaal staan bekend as die Stanford-Binet skaal. Dit was met hierdie toets waar die begrip Intelligensie Kwosiënt (I.K.) by verstandsmeting vir die eerste keer gebruik is. Intelligensie Kwosiënt is die verhouding tussen die toetsling se verstandsouderdom en sy chronologiese ouderdom (Anastasi, 1969, p.11). Om breuke uit te skakel, het Terman die verhouding tussen verstandsouderdom (V.O.) en chronologiese ouderdom (K.O.), vermenigvuldig met 100. Intelligensie Kwosiënt is dus gelyk aan:

$$\frac{V.O.}{K.O.} \times 100$$

(Pretorius, 1977, p.127)

Die Stanford-Binetskaal het vir baie jare die meting van intelligensie in die V.S.A. oorheers. Gedurende die afgelope twee dekades het daar 'n werklike mededinger in die vorm van die Wechsler-intelligensieskale na vore gekom (Swart, 1977, p.14).

2.2.1.4 Groep-toetse.

Die Binet-toetse asook die ander toetsskale is almal individuele toetse. Die toetse kan nie op groepe toegepas of daarvoor aangepas word nie.

Individuele toetsing is tydrowend van aard en nie altyd ekonomies nie. 'n Dringende behoefte het by die Amerikaanse Leër ontstaan om 'n anderhalf miljoen rekrute te klassifiseer met hul toetrede tot die Eerste Wêreldoorlog. Die Weermag-psigoloë het alle beskikbare toetsmateriaal en veral die ongepubliseerde groep intelligensietoetse van Otis gebruik in die samestelling van hul groep-toetse (Anastasi, 1969, p.12). Twee groep-toetse is opgestel wat bekend staan as die "Army Alpha" en die "Army Beta". Met die afneem van die toetse is papier en potlood gebruik. Groep-toetse het sedertdien in getal en omvang toegeneem.

2.2.2 Verstandsmeting in Suid-Afrika.

2.2.2.1 Historiese agtergrond.

Die eerste sistematiese poging om in Suid-Afrika intellektuele vermoë te meet, is in 1915 - 16 deur J.M. Moll in samewerking met dr. C. Louis Leipoldt onderneem. Die toets wat hulle saamgestel het, was eintlik 'n samestelling van Goddard se aanpassing van die Binet-Simonskaal en die Skale van Healy en Knox. Met die afsterwe van Moll in 1929 het die Skaal in onbruik geraak (Coetzee, 1931, p. 68).

In 1925 verskyn daar van dr. E. Eybers, wat verbonde was aan die Grey Universiteitskollege, die "Grey Hersiening van die Binet-Terman Intelligensietoetse, geadapteeer en voorlopig gestandaardiseer vir die Suid-Afrikaanse kind" (Van der Walt, 1970, p. 34). Die Skaal is opgestel met die doel om aan te pas by die Suid-Afrikaanse omstandighede. Die Suid-Afrikaanse Onderwysunie (S.A.O.U.) in samewerking met die Kaapse Onderwysdepartement het in 1929 'n Individuele skaal vrygestel vir die gebruik deur Afrikaanssprekende kinders (Coetzee, 1931, p. 68).

Dr. M.L. Fick het in 1927 'n individuele skaal

opgestel vir verstandelik vertraagde kinders. Die hersiene uitgawe van 1939 het meer toetse bevat sodat die intelligensie van die meer begaafde leerling ook getoets kan word. Fick se individuele skaal is ook 'n ouderdomsskaal (Pretorius, 1977, p. 128).

2.2.2.2 Suid-Afrikaanse Groeptoetse.

'n Regeringskommissie onder die voorsitterskap van R.W. Wilcocks het die eerste groeptoets opgestel. Die groeptoets staan bekend as die Suid-Afrikaanse Groeptoets (S.A.G.T.). Dit was 'n papier- en potloodtoets wat 'n verhoudings - I.K. gelewer het vir kinders tussen tien en sestien jaar (Pretorius, 1977, p.130). Die toets was vir 'n lang tydperk in gebruik. Daar is later gevind dat die toets nie meer geldig is nie, aangesien die norms verskuif het. Daar is vasgestel dat die gemiddelde I.K.-syfer van die bevolking verskuif het na 108 en dat dit hoër as die verwagte syfer van 100 is (Van der Walt, 1970, p. 34). Verder het die toets 'n oordrewe klem gelê op die taalvermoë en het dus 'n valse voorspellende waarde gehad. Die toets was ook baie onekonomies aangesien die antwoorde op die toetsboekies self aangebring is sodat die boekies net eenkeer gebruik kon word (Hoffman, ongepubliseerde diktaat A, p.1). In

1951 is daar begin met die opstel van 'n nuwe groeptoets.

2.3 Die Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets.

Die taak vir die opstel van 'n Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets (N.S.A.G.) is verrig deur die Nasionale Buro vir Opvoedkundige en Maatskaplike Navorsing (later bekend as die R.G.N.) (Swart, 1977, p. 19). Die toets is gedurende die jare 1951 tot 1956 gestandaardiseer en bestaan uit drie reekse (junior, intermediêr en senior) Drie gelykwaardige vorms naamlik A, B en C vir die drie ouderdomsreekse Junior (8 - 10 jaar), Intermediêr (10 - 14 jaar) en Senior (13 - 18 jaar) is gestandaardiseer. In 1957 is die toetse hersien met die oog op gemeenskaplike norme vir Afrikaans- en Engelssprekende leerlinge. Eksperimentele Vorms D en E in die Junior en Senior Reeks het gelei tot die finale Vorms J en K in die Junior Reeks, Vorm G in die Intermediêre Reeks en die Vorms S en T in die Senior Reeks. Gedurende Februarie 1965 is die finale vorms J en K in die Junior Reeks vrygestel (Handleiding 537 PV, 1965, p.1). Al die toetsitems was van die veelkeusige soort. Die proefpersone moet aandui watter van die vyf moontlike antwoorde, wat by elke item verstrek word, die regte een is deur 'n merkje op die betrokke plek op 'n aparte antwoordblad te maak. Die antwoorde kan vinnig en objektief nagesien word deur middel van 'n masker of masjien

masjien (Hoffman, ongepubliseerde diktaat A, p.1).

2.3.1 Beskrywing van die Junior Reeks.

Met hierdie studie is daar gebruik gemaak van die I.K.-syfer soos verkry deur die Junior Reeks. Die beskrywing van die Reeks sal nou verder bespreek word. Die toets bestaan uit ses subtoetse. Drie van die subtoetse is saamgestel uit verbale items, terwyl die ander drie saamgestel is uit nie-verbale items. Elke subtoets bestaan uit 30 veelvuldige keuse items. Die items verskyn in 'n herbruikbare toetsboekie, terwyl die antwoorde op 'n spesiale antwoordblad deur 'n potloodmerkjie aangebring word. Die antwoordblad kan deur 'n masker of masjien nagesien word. Die nasien en verwerking van die resultate is by die mees moderne tegnieke van psigologiese evaluering aangepas (Van der Walt, 1970, p.35).

2.3.1.1 Die nie-verbale subtoetse.

Die nie-verbale subtoetse word verteenwoordig deur toetse een, drie en vyf. Toets een bestaan uit getallerye waarvan die ontbrekende getal aangedui moet word. Toets drie is saamgestel uit figuuranalogieë. Uit 'n stel van vyf figuurtjies moet een uitgesoek word om 'n tweetal te voltooi. Die voltooide tweetal toon 'n logiese ooreenkoms.

Toets vyf bestaan uit patroonvoltooiing. Een figuurtjie uit 'n stel van vyf moet uitgesoek word om 'n groot vierkant wat uit nege klein vierkantjies bestaan, te voltooi (Handleiding 537 PV, 1965, P.2).

2.3.1.2 Die verbale subtoetse.

Die verbale subtoetse word verteenwoordig deur toetse twee, vier en ses. Toets twee bestaan uit die klassifikasie van woordpare. Die toetsling moet die woordpaar wat nie dieselfde onderlinge verhouding as vier ander woordpare toon nie, aandui. Verbale redenering word in toets vier deur die stel van verbaal-geformuleerde probleme getoets. Toets ses is saamgestel uit woordanalogieë. Uit 'n stel van vyf woorde moet een woord deur die toetsling uitgesoek word om 'n woordpaar te voltooi, sodat dit 'n logiese ooreenkoms met 'n gegewe woordpaar toon.

2.3.2 Intelligensie Kwosiënt.

By die Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets word die afwykings-I.K. bereken en nie die verhoudings-I.K. van Terman nie (Handleiding 537 PV, 1965, p. 6). Die afwykings-I.K. is eintlik 'n Standaardafwykings-I.K. Die prestasie in die N.S.A.G. word dus

uitgedruk in terme van standaardpunte of genormaliseerde skaalpunte met 'n rekenkunde gemiddeld van 100 in 'n standaardafwyking van 15. Die afwykings-I.K. verskil numeries slegs in 'n geringe mate van die verhoudings-I.K., maar word eerder gebruik omdat dit meer korrek is (Pretorius, 1977, p. 129). 'n Persoon se afwykings-I.K. bly konstant, afgesien van die standaardmetings fout, maar dit kan nie van die verhoudings-I.K. gesê word nie. Die I.K.-syfer van die N.S.A.G. gee 'n aanduiding van dieselfde relatiewe bekwaamheid by verskillende ouderdomme (Handleiding 537 PV, 1965, p. 7).

Alhoewel die term Intelligensie Kwosiënt gerieflikheidshalwe ook gebruik word vir afwykings-I.K. beteken die woord kwosiënt in dié geval nie die antwoord van 'n deelsom nie.

2.3.2.1 Die interpretasie van die I.K.-syfer.

Botes stel dit duidelik dat die Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets opgestel is om sekere aspekte van die ontwikkelingsintelligensie, dit is, oorgeërfde intellektuele potensiaal wat tot op die dag van toetsing onder omgewingsinvloede ontwikkel het, te meet, met die doel om gebruik te word as objektiewe hulpmiddel by klassifikasie, sifting en leiding van

leerlinge (Botes, 1976, p.23). Die toepassingsmoontlikhede van die I.K.-syfer om uitsprake te lewer aangaande 'n kind se verstandsmoontlikhede kan lei tot allerlei mistastings. Die intelligensie van 'n leerling is in wese geen persoonskwaliteit wat aan één getal (I.K.-syfer) dus 'n kwantiteit, gelyk gestel kan word nie (Gouws, 1976, p.68). Verstandsbekwaamheid is so 'n komplekse en onsekere kwaliteit dat die interpretering van die I.K.-syfers sekere bekwaamhede van die interpreterer vereis. In die eerste plek moet die persoon 'n deeglike kennis hê van die Kindersielkunde en van Opvoedkundige Sielkunde in die algemeen, en dan moet hy ook die besondere kind, wie se I.K. hy wil interpreteer, deeglik ken as 'n unieke ontwikkelende persoon (Pretorius, 1977, p. 131).

By die interpretering van die I.K.-syfer, is daar ander faktore soos belangstelling, aanleg, persoonlikheidseienskappe en skoolprestasies wat in aanmerking geneem behoort te word. I.K.-syfer, indien korrek gebruik, kan van groot betekenis vir almal wat by die opvoeding en onderwys betrokke is, wees (Paulsen, 1982, p.10). Die intelligensietoets moet suiwer as 'n hulpmiddel beskou word. Met hierdie studie word die aandag dan ook gevestig op die verband wat daar mag bestaan tussen drie syferdata naamlik die I.K.-syfer, die prestasie in die Sko-

naamlik die I.K.-syfer, die prestasie in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier asook die prestasie van die leerlinge in die skoolvak Wiskunde.

2.3.3. Die Intelligensie Kwosiënt en Wiskunde Prestasies.

Die I.K.-syfer kan gebruik word om 'n leerling se prestasie in Wiskunde te beoordeel. Volgens Paulsen kan 'n leerling se Skolastiese Kwosiënt (S.Kw.) in Wiskunde bepaal word deur gebruik te maak van die I.K.-syfer en die leerling se skolastiese prestasie in Wiskunde. Hy gaan van die beginsel uit dat daar dan van 'n leerling met 'n hoë I.K.-syfer gewoonlik verwag word dat hy goed in sy skoolvakke sal doen. Die resultate van 'n Skolastiese Wiskundetoets word na die verstandsouderdom (V.O.) van 'n leerling herlei. Die verstandsouderdom van die intelligensietoets word ook gebruik in die volgende formule:

$$S.Kw.(Wiskunde) = \frac{V.O. (Skolastiese Wiskundetoets)}{V.O. (Intelligensietoets)} \times 100$$

(Paulsen, 1982, p.11)

Die Skolastiese Kwosiënt in Wiskunde bepaal of die leerling 'n onderpresteerder is of nie. Indien 'n leerling volgens sy verstandsvermoë werk, sal die S.Kw. nie onder

100 wees nie. Die I.K.-syfer saam met die eksamenpunte, belangstelling en aanleg, trouens die totale persoonlikheid van 'n bepaalde kind is van kardinale belang vir die implimentering van die beginsel van differensiasoek vir doeltreffende voorligting aan die leerling (Paulsen, 1982, p.12).

In 'n nuusbrieff van die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing word die gebruik van die I.K.-syfer saam met die leerling se prestasie in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Drie gebruik om moontlike onderpresteerders te identifiseer. Die volgende formule word gegee om 'n skatting vir die standaardfout van die verskil tussen twee tellings (SFv) te bereken:

$$SFv = (1,96) \sqrt{2 - (r_{xx} + r_{yy})}$$

waar r_{xx} = betroubaarheid van die Rekenkundetoets .

$$(r_{xx} = 0,92)$$

r_{yy} = betroubaarheid van die NSAG

$$(r_{yy} = 0,92)$$

Gestel 'n leerling behaal in die NSAG 'n stanege van 7 en een van 5 in die Rekenkundetoets. 'n Verskil van 2 staneges is verkry.

$$SFv = (1,96) \sqrt{2 - (0,92 + 0,92)}$$

= 1,5 (tot 1 desimaal en beduidend op die 5%-peil)

Daar is dus 'n groot waarskynlikheid dat die betrokke leerling 'n onderpresteerder in Rekenkunde kan wees, omdat die verskil van 2 stane ges tussen die verkreë tellings groter is as die SFv van 1,5 (R.G.N. Nuusbrief No. 34).

"Ondersoeke het dan ook getoon dat die gebiede of streke wat op groot skaal van hierdie hulpmiddels gebruik maak, se onderwyspeil uitstyg bo die van gebiede of streke wat min of glad nie daarvan gebruik maak nie" (R.G.N. Nuusbrief No. 34).

2.4 Samevatting.

Psigometriese meetmiddels het ontstaan uit 'n behoefte om die mens se verskillende en unieke bekwaamhede te probeer meet. Die dringende behoefte in die opvoedings-taak om leerlinge te kan selekteer, remedieer en te kan voorlig, het psigometriese meetmiddels 'n noodsaaklike hulpmiddel gemaak. Die metingsresultate is deur die eksperimentele navorsing so verfyn dat die statistiese gegewens wetenskaplik verifieerbaar is.

Simon en Binet kan tereg beskou word as die baanbrekers op die gebied van toetsskale. Hulle het die begrip van verstandsouderdom in 1908 die eerste keer by die meting

van intelligensie betrek. Terman, die Amerikaner, het voortgebou op die Simon-Binetskale en die begrip Intelligensie Kwosiënt (I.K.) bygevoeg tot die terminologie oor verstandsmeting. Die tydwendheid van die individuele toetse het bygedra tot die samestelling van Groeptoetse. Die "Army Alpha" en "Army Beta" groeptoetse het dan ook ontstaan uit 'n dringende behoefte om 'n groot groep mense te selekteer volgens verstandelike bekwaamhede.

In Suid-Afrika het verstandsmeting vorm begin aanneem in 1915 met die aanpassing van verskeie toetsskale deur Moll. Onder voorsitterskap van Wilcocks is die eerste groeointelligensietoets saamgestel. Die toets is in 1951 heropgestel en staan bekend as die Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets. (NSAG) Die toets gee 'n afwykings-I.K. met verbale sowel as nie-verbale tellings.

Die gebruik van die I.K.-syfer kan nie as 'n geïsoleerde telling alleen gebruik word nie, maar moet in verband gebring word met die totaliteit van die toetsling. Die I.K.-syfer kan nuttig deur die opvoeder gebruik word tot voordeel van die leerling. "Die Sielkunde het aan die Opvoedkunde en dit wil sê ook aan die individu, die gemeenskap, die volk, 'n besondere diens bewys met die

daarstelling van objektiewe toetse en meting" (Van Loggerenberg en Jooste, 1970, p. 147). Dit is nou moontlik om mense te plaas in omstandighede waarin hulle hulself kan uitleef in die volle sin van menswees.

HOOFSTUK III.

3 DIE SKOOLVAK : WISKUNDE.

3.1 Inleiding.

Wiskunde het 'n besondere vormingswaarde op die individu. Volgens Strauss (1978, p. 40) wek die studie van die Wiskunde, soos alle intensiewe navorsing en ondersoek, by die Christen 'n gevoel van ontsag vir die majesteit van God, soos geopenbaar in Sy skepping en bring dit hom tot aanbidding. Die vormende waarde van 'n vak (soos Wiskunde) is nie net die ontwikkeling wat die mens se verstandelike vermoë in een leersituasie ondergaan nie, maar dit is die hele persoonlikheid van die mens wat ontwikkel word (Strauss, 1978, p. 30).

Met die beoefening van Wiskunde word dit vereis om netjies, noukeurig en sistematies te dink. Die onder- rig van die vak bied 'n uitstekende geleentheid aan onderwysers om hierdie noodsaaklike eienskappe by die leerlinge in te skerp. Waar Wiskunde in die verlede feitlik slegs fasette van die fisieke wêreld wiskundig beskryf het, word vandag steeds meer sielkundige, sosio- logiese, opvoedkundige, ekonomiese en biologiese ver- skynsels in wiskundige taal geformuleer (Pretorius, 1978, p p. 121 - 122). By die meting van verstandsv-

moë word wiskundige bewerkings byvoorbeeld gebruik om die Intelligensie Kwosiënt te bereken.

3.2 Wiskunde as 'n Wetenskap.

Die Grieke was die eerste beoefenaars van Wiskunde as 'n wetenskap. Die Griekse denkers het reeds die vernaamste kenmerke van die moderne Wiskunde geken naamlik dat dit universeel toepasbaar, abstrak en in metode deduktief is.

Wiskunde is die wetenskap van die getal en die ruimte, 'n gebied wat noukeurig ondersoek word deur die gees wat deur geloof in 'n geordende skepping gedra word (Pretorius, 1978, p.123). Wiskunde is vir die geestelike ontwikkeling van die mens van groot belang, terwyl die natuurwetenskaplike toepassing daarvan onmisbaar is. Wiskunde is meer as 'n versameling bewerkings volgens willekeurig bepaalde reëls. Dit is uitsluitlik 'n logiese stelsel van kennis wat opvolgend van aard is. Alhoewel dit abstrak van aard is, bestaan daar 'n noue verband met die konkrete, die gegewe werklikheid (Strauss, 1978, p. 35).

Die meeste Wiskundiges hou hulle besig met die beoefening van Wiskunde en nie soseer met die definieering daarvan nie. Die afgelope aantal dekades het Wiskunde 'n geweldige ontwikkelingsproses ondergaan. Die gebruik

van die term "moderne wiskunde" kom vry algemeen voor. Smith (1966, p.1) wys daarop dat die term eerder dui op 'n nuwe benadering tot die studie van Wiskunde as wat dit 'n nuwe Wiskunde voorstel. "The new applications and uses of today's mathematics demand that pupils learn the 'why' as well as the 'how' at each step in the learning process" (Smith, 1966, p. 1).

3.3 Doelstellings met die onderrig van Wiskunde

Wiskunde word in elke leerling se leergang ingesluit vanaf substanderd A tot en met standerd sewe. In die senior sekondêre skoolfase kan die leerling 'n vakkeuse uitbring, wat hom voor die keuse bring om Wiskunde in sy leergang op te neem of nie. Die wiskunde onderwyser is deeglik bewus dat wiskundige kundigheid en vaardigheid meer impliseer as net die blote kennis van woorde en simbole. Van die skoolbeginjare moet die kind begelei word tot die nodige kundigheid en vaardigheid om die hoeveelheidsbelewing in die alledaagse werklikheid noukeurig en sistematies te beredeneer en in wiskundige taal te formuleer (Pretorius, 1979, p. 34). Dit moet vir die opvoeder baie wyer gaan as om die leerlinge net vir eksamens voor te berei (Tuck, 1981, p. 2). Die leerling se wiskunde potensiaal moet ten volle ontplooi word.

Daar bestaan egter nie 'n enkele formulering van al die doelstellings nie, tog is dit nodig om 'n paar daarvan hier te noem. Die doelstelling met die onderrig van Wiskunde kan in twee hoofgroepe ingedeel word, naamlik die doelstellings met betrekking tot Wiskunde self, soos insigverwerwing, begripsvorming en logiese denke asook die doelstellings wat betrekking het op die waarde van 'n grondige wiskundige kennis in die alledaagse lewe en die funksie wat wiskunde verrig in die algemene opvoeding van die leerling (Steyn, 1978, p. 26).

3.3.1 Doelstellings met betrekking tot Wiskunde self.

Volgens Wain (1980, p. 39) maak dit nie saak watter leerplan gebruik word nie, maar een van die belangrikste doelstellings is die ontwikkeling van 'n reeks vaardighede en moontlikhede deur 'n leerling, sodat verskeie probleme opgelos kan word. Wiskunde bevorder die volgende vaardighede soos, die vermoë tot abstrakte en logiese denke, die vermoë om tegnieke reg te gebruik, die vermoë om skeppend te wees en om simbole te kan hanteer (Wain, 1980, p. 39). Tuck beskryf die doelstelling van Wiskunde as volg: "Children can learn to build their own concepts, to form their own mental framework in which they can reason and modify their concepts as they meet new experiences" (Tuck, 1981, p.3).

3.3.2 Onderrig van Wiskunde as doel om die volledigste ontwikkeling van die Christelike persoonlikheid

Wiskunde behels nie net intellektuele ontwikkeling van die kind nie, maar dit behels ook die ontwikkeling van aspekte soos selfbegrip, selfstandigheid en verantwoordelikheid en gedying van perspektief op die werklikheid (Human, Verslag no. 13, 1975, p. 7).

"Vir byvoorbeeld die religieuse, sedelike, juridiese, estetiese, ekonomiese, sosiale, linguale en kulturele ontwikkeling en opvoeding van die kind is daar ook in die onderrig van Wiskunde voldoende geleenthede" (Hoffman, Ongepubliseerde diktaat B, p. 54). Dit moet by die leerlinge ingeskerp word dat die studie en toepassing van wiskundige beginsels, wette en bewerkings gesien kan word as deel van God se kultuuropdrag aan die mens. Die getalsmatige en ruimtelike aspekte van Gods skepping moet op 'n logies-wetenskaplike wyse bestudeer en ondersoek word, om sodoende die wette, geheime en moontlikhede wat God sedert die skepping vir die mens op hierdie terreine weggelê het, tot Gods eer en die heil van die medemens te ontdek, te ontsluit, te beheers en diensbaar aan die mens te maak.

Hoffman (Ongepubliseerde diktaat B, pp. 55 - 56) dui

verder daarop dat genoemde gesindhede, denkwyses, vaardighede en kennis wat by die leerlinge nagestreef word, veral om die volgende drie redes geskied:

- (a) Eerstens ter wille van die kennis van die vak self. Die praktiese aanwendbaarheid van die wiskundige leerstof binne en buite die skool hang ten nouste saam met die kennis wat 'n leerling oor die vak self besit.
- (b) Tweedens "vormende" waarde wat dit vir die persoonlikheidsontwikkeling van die kind inhou. Gesindhede, denkwyses, oplosmetodes ensovoorts wat aangekweek word, moet na ander terreine oorgedra word. Die "vormende" waarde van die leerstof moet dus doelbewus in die onderrigsituasie geaktualiseer word deur die gebruik van onderwysmetodes wat daarop gerig is.
- (c) Derdens kan en word Wiskunde ook bestudeer terwille van die intrinsieke waarde van die vak, dit wil sê kennis ter wille van sigself. Die praktiese en vormende waarde is dan bysaak, want die bekoring van die wiskunde as logiese sisteem is dan die grootste dryfveer.

Geen menslike handeling kan religieus neutraal wees nie.

Niks in die menslike bestaan is selfgenoegsaam nie en daarom bestaan die kenaktiwiteit ook nie ter wille van denke of kennis op sigself nie. "Alle denke, naief of wetenskaplik en dus ook wiskundige denke, geskied pas korrek wanneer dit gesien word as 'n goddelike gawe en toerusting van die mens waarmee God gedien moet word en derhalwe om Sy ontwil ook moet strek tot die heil van sigself en die medemens" (Hoffman, Ongepubliseerde diktaat B, p. 66).

3.3.3 Beroepsgerigtheid.

Elke mens het in sekere mate kennis van Wiskunde nodig om sy weg deur die lewe te vind. Die Wiskunde kennis wat nodig is, wissel van die elementêre kennis wat die huisvrou nodig het om haar resepte of begroting uit te werk, tot die meer gevorderde kennis van die ingenieur wat die eienskappe van konstruksies soos 'n brug of 'n masjien moet bepaal (Bester, 1978, p. 27).

3.4 Moontlike faktore wat 'n invloed kan hê op 'n leerling se Wiskunde prestasie

Die swak prestasie in Wiskunde wek kommer by ouers sowel as die opvoeder. Met hierdie empiriese studie word die prestasie in die skoolvak Wiskunde van die leerlinge in verband gebring met hul I.K.-syfers asook hul prestasie

in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier. Dit sal sinvol wees om hier 'n paar moontlike faktore wat die leerling se akademiese prestasie in Wiskunde kan beïnvloed te bespreek. Aanverwante navorsing en resultate word in Hoofstuk ses bespreek.

3.4.1 Faktore binne die wiskunde-klas.

Du Toit (1978, p. 10) beskou die algemene fout wat baie onderwysers begaan, is om self te veel te praat met die aanbieding van 'n wiskunde les. Volgens hom sal die ervare onderwyser sy verduideliking dus so kort as moontlik hou en die leerlinge so gou as moontlik self in die werk steek met die doen van skriftelike klaswerk. Deur middel van denkvrae moet die leerlinge trouens alreeds gedurende die verduideliking, intellektueel maksimaal betrek word.

Britz (1979, pp. 16 - 18) stel dit dat wiskunde onderrig van vandag, net so goed en beter is as wat dit in die verlede was, maar dat ons nog nooit in die verlede oftens, daarin kon slaag om ons leerlinge se wiskundepotensiaal ten volle te ontplooi nie. Swak prestasie in Wiskunde word die meeste vergesel met die opmerkings dat die betrokke leerling nie sy tafels ken nie, nalatig of onoplettend is. Watter tafels sodanige leerling nie ken nie word nooit genoem nie. Hy doen aan die hand dat geskikte diagnostiese toetse ten opsigte van getal-

kombinasies beskikbaar gestel moet word om die probleemgebied te identifiseer.

Kies (1974, p. 17) wys daarop dat die "moderne" wiskunde nie noodwendig tot beter onderwys lei nie. Na aanleiding van die bevindinge van Morris Kline het Kies verskeie hoofgedagtes uitgelig. Skeppende denke in die wiskunde klas behels verbeelding, intuïsie, eksperimentering, intelligente raaiery, gis en mis, gebruik van selfs vae analogieë en mistastings. Met die deduktiewe metode as enigste onderrig metode kan minder mee bereik word, as wanneer daar ook gebruik gemaak word van die intuïtiewe metode, omdat, as te diep op die grondslae, die wortels, ingegaan word, word die wiskundige boom selfs glad nie raakgesien nie. Vervolgens verwys hy na die hoogdrawende terminologie wat in die moderne wiskunde gebruik word. "'n Mens verkry nie mag oor iets deur dit 'n naam te gee nie" (Kies, 1974, p. 19). Die onderskeid tussen byvoorbeeld die voorwerp 3 en die versameling $\{3\}$ word nie altyd deur leerlinge gewaardeer nie.

Met die noem van hierdie enkele moontlike faktore is dit duidelik dat hierdie faktore kompleks van aard is en 'n studieveld op sy eie regverdig.

3.4.2 Individuele faktore van die wiskunde-leerling.

Leerlinge se prestasies in Wiskunde kan ook deur talle ander faktore beïnvloed word. Van hierdie faktore setel in die leerling self en het onder andere te make met sy intellektuele (veral sy wiskundige) vermoëns, sy persoonlike ingesteldheid teenoor die vak, sy akademiese gemotiveerdheid oor die algemeen, belangstelling, aanleg, hardwerkendheid, vaardighede en so meer (Pretorius, 1978, p. 132). Binne die raamwerk van hierdie studie word daar aandag geskenk aan die intelligensiepeil asook die wiskundige vermoë van die leerling self as moontlike faktore wat sy wiskunde prestasie beïnvloed.

Hoofstukke IV en V (waar onderskeidelik intelligensie en leer betrek word) sluit nou aan by hierdie bogenoemde faktore wat 'n leerling se prestasie in Wiskunde moontlik kan beïnvloed.

3.5 Die meting van die leerling se skolastiese bekwaamheid in Wiskunde

Die Wiskunde sillabusse het sedert 1968 in die skole van die R.S.A. 'n verandering in die onderwysmetodiek van die vak teweeggebring. Die vorige gestandaardiseerde Rekenkundetoetse moes ook as gevolg van die veranderings vervang word.

3.5.1. Doelstellings.

In 1974 word die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Substanderd A tot Standerd Vier deur die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing uitgegee. "Hierdie prestasietoetse vir Rekenkunde is opgestel met die doel om 'n betroubare, objektiewe aanduiding van die rekenkunde-prestasies van leerlinge in graad 1 (substanderd A) tot standerd 4 te verkry" (Handleiding 1133 PS, 1974, p.1).

3.5.2. Beskrywing van die gestandaardiseerde toets.

Die toets is saamgestel uit drie subtoetse. Met die toetse word daar gepoog om voorsiening te maak vir die insluiting van versamelings, verskillende grondtalle en metrieke eenhede.

3.5.2.1. Subtoets 1.

Die leerlinge se vaardighede in die hantering van die vier hoofbewerkings word in toets 1 getoets. Meganiese bewerkings, soos byvoorbeeld herleidings van een eenheid na 'n ander, waarin die leerlinge hul kennis in verband met metrieke eenhede moet toepas, kom hier voor. Voorts word eenvoudige berekeninge in verband met area aan die toetslinge gestel (Handleiding 1133 PS, 1974, p. 2).

3.5.2.2 Subtoets 2.

Met toets 2 word beoog om vas te stel in watter mate die leerling die rekenkundefleerstof begryp en logies met behulp van getalle kan redeneer. Die inhoud van die items handel hoofsaaklik oor die volgende aspekte:

- (i) Bewerkings op die getallelyn
- (ii) Versamelings
- (iii) Plekwaarde van syfers
- (iv) Die vier hoofbewerkings met natuurlike en benoemde getalle
- (v) Verskillende grondtalle
- (vi) Eenvoudige grafieke
- (vii) Gewone en desimale breuke

(Handleiding 1133 PS, 1974, p. 2)

3.5.2.3 Subtoets 3.

Die vermoë van die toetsling om bewoorde probleem-somme op te los, word in toets 3 getoets. Die meganiese bewerkings is van 'n uiters eenvoudige aard. Elke item toets of die toetsling die gegewens en gevraagde begryp en die toepaslike bewerking kan uitvoer om die oplossing te vind. Die onderwerpe waarop die items gebaseer is, is gekies

uit die ervaringsveld van die kind (Handleiding 1133 PS, 1974, p. 3). Al die toetsitems is van die veelkeusige soort.

3.5.3 Toepassing van die toets.

Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier word in die begin van die vierde kwartaal (standerd vier) afgeneem. Die drie subtoetse word op drie opeenvolgende dae afgeneem. Die toets kan ook met welslae aan die begin van Standaard Vyf toegepas word. Die toetsling moet aandui watter van die vyf moontlike antwoorde, wat by elke item verstrek word, die regte een is deur 'n merkie op die betrokke plek op 'n aparte antwoordblad te maak. Sodra 'n toets afgeneem is, behoort die toets nagesien te word om te voorkom dat toepassingsfoute van 'n voorafgaande toets op 'n volgende toetsdag gekorrigeer word (Handleiding 1133 PS, 1974, p. 4).

3.5.4 Resultate:

Die antwoorde kan vinnig en objektief nagesien word deur middel van 'n masker. Elke toets is saamgestel uit twintig items met 'n moeilikheidswaarde wat wissel tussen 0,20 en 0,80. Die roupunte uit 'n moontlike 20 word verwerk na 'n stanege punt. Tabel 7.6 van die Handleiding (1133 PS, 1974, p. 63) dui 'n persentielrang,

stanege en 'n interpretasie van die roupunte aan. Die stanege punte van die drie subtoetse sowel as die totaal telling word by die empiriese navorsing gebruik.

3.6 Samevatting.

Uit die literatuurstudie blyk dit dat daar nie 'n enkele alles omvattende definisie aangaande Wiskunde bestaan nie. Die vakwetenskap met sy logiese stelsel van kennis met 'n abstrakte aard, bestaan tog in noue verband met die konkrete, gegewe werklikheid. Die studie van Wiskunde wek 'n gevoel van ontsag vir die majesteit van God. Vandag word die term "Moderne Wiskunde" vry algemeen gebruik, wat eerder 'n ander benadering tot die onderrig van Wiskunde aandui.

Wiskunde word nie net aangebied terwille van die kennis van Wiskunde self nie, maar die opvoeder poog daarmee om die leerling in die algemeen op te voed. Wiskunde dra by tot die ontwikkeling van die kind se selfbegrip, sy selfstandigheid en verantwoordelikheid. Die vormende waarde van Wiskunde dra by tot die totale ontwikkeling van die leerling in die lewenssituasie.

Verskeie faktore kan 'n bydrae lewer tot die onderprestasie van 'n leerling. Faktore binne die Wiskunde klas asook individuele faktore kan bydra tot onderprestering.

Met die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier poog die opsteller om 'n leerling se Skolastiese toetsprestasië in Wiskunde te meet. Drie veranderlikes naamlik I.K.-syfer, akademiese prestasië in Wiskunde en Skolastiese toetsprestasië in Rekenkunde word deur hierdie studie empiries betrek.

HOOFSTUK IV4 DIE OMSKRYWING VAN DIE BEGRIP INTELLIGENSIE.4.1 Inleiding.

Vanaf die vroegste tye het navorsers beseef dat die mens oor verskillende vermoëns beskik. Die vermoëns verskil van individu tot individu. Die eienskap om onderskeidende vermoëns by leerlinge waar te neem, is deur Quintilian (gebore in 35 n.C.) beskou as 'n uitstekende hoedanigheid van die leermeester (Stoddard, 1945, p. 71). Alhoewel sommige vermoëns skynbaar maklik sin-tuiglik waarneembaar is, word daar vanaf die vroegste tye, uiteenlopende gedagtes gevoer, oor die kompleksiteit daarvan.

Die term intelligensie, afgelei van "intelligentia", is vanaf die vyftiende eeu gebruik. Daar word gemeen dat Herbert Spencer die term in 1895 die eerste keer in die Sielkunde gebruik het (Paulsen, 1976, p. 8). Die aard en wese van die begrip "intelligensie" word deur navorsers op verskillende maniere omskryf en gedefinieer, dit gee aan die term uiteenlopende betekenis. Die daarstelling van 'n alles omvattende definisie aangaande intelligensie is 'n byna onmoontlike taak. 'n Historiese beskouing oor die ontstaan en ontwikkeling van

verskillende benaderings tot hierdie begrip sal meer sinvol wees.

4.2 Historiese perspektief.

4.2.1 Intelligensie verklaar deur introspeksie.

Die Sielkunde het vir 'n tydperk van meer as twee duisend jaar feitlik geen verandering of ontwikkeling ondergaan nie. Coetzee (1931, p. 7) noem hierdie tydperk 'n periode van introspeksie en van ongekontroleerde waarneming.

Gedurende die neëntiende eeu het die snelle ontwikkeling van die Eksperimentele Sielkunde die introspeksie en selfwaarnemings betekenisvol aangevul met verifieerbare wetenskaplike navorsing. Wilhelm Wundt het in 1879 met die eerste sielkundige laboratorium in Leipzig begin. Die datum word gewoonlik beskou as die geboortedatum van die Moderne Eksperimentele Sielkunde.

Wundt het hom dit ten doel gestel om die bewussynslewe van die mens te verken. Hy het die bewussynslewe verklaar deur die bestaan van assosiasies tussen afsonderlike bewussynselemente. Die assosiasie teorie van Wundt kon egter nooit die hoëre geestesfunksies, soos denkprosesse en wil van die mens verklaar nie (Du Toit, 1966, pp 17 - 18).

4.2.2 Intelligensie verklaar deur meting.

In 1879 het Ebbinghaus baanbrekerswerk gedoen deurdat hy prosesse hoër as die sintuiglike begin meet het met sy voltooiingstoets (Stoddard, 1945, p. 82). Hy het die werkverrigtinge van persone wat hulself onderskei het as intelligente mense in die alledaagse omgang, ontleed. Ebbinghaus het tot die gevolgtrekking gekom dat sulke werkverrigtinge bestaan uit die bymekaar bring van menigte, onafhanklike saamlopende afdrucke in 'n betekenisvolle eenheidsgeheel. Die aard van intelligensie word volgens hom verklaar deur die begrip, "kombinasie" (Paulsen, 1976, p.9).

Cattell en Wechsler het in 1901 begin met die metode om verstandsvermoëns te korreleer. Deur sintuiglike waarneming, as ondersoekmetode, het hulle probeer vasstel of daar moontlike korrelasie tussen verskillende verstandsvermoë bestaan. Hulle het geen korrelasies met hierdie werkswyse gevind nie (Spearman, 1927, p. 56). Die kennis wat Galton en Pearson oor die tegnieke tot die berekening van korrelasie koëffisiënte beskikbaar gestel het, het die weg gebaan tot 'n kwantitatiewe tegniek naamlik faktoranalise. Met behulp van hierdie werkswyse het Spearman in 1904 sy tweefaktorteorie daargestel (cf. paragraaf 4.4.1.). Hy het aangevoer dat 'n leerling se prestasie in twee verwante toetse deur twee soorte faktore bepaal word. Die twee faktore word 'n algemene

faktor "g" (byvoorbeeld: skolastiese peil, taalontwikkeling, ensovoorts) en 'n spesifieke faktor "s" uniek vir elke toets (byvoorbeeld: ruimte, visuele geheue, ens) genoem (Maas, 1975, p. 9). Sulke faktore kan nou wiskundig bepaal word deur gebruik te maak van korrelasie koëffisiënte (Spearman, 1923, p. 5). Ander navorsers soos Thurstone, Burt, Guilford en Cattell het ook gebruik gemaak van faktoranalise om die aard en wese van intelligensie te deurgrond (cf. paragraaf 4.4.).

In 1904 het Binet en Simon 'n toetsbattery opgestel om die "hoëre geestesprosesse" te meet (Geldard, 1971, p.329). Die toetsbattery lê veral klem op die toetsling se geheue vermoë. Met die geheue toetse word figure, syfers en sinne gebruik. Verskillende lengtes tou word gebruik om die leerling se vermoë tot die insien van verhoudings te toets. Die rangskikking van massa-eenhede word ook by die toetsbattery ingesluit (Binet, 1914, pp. 28 - 29) (cf. pp. 9 - 12).

Intelligensietoetse het so 'n indruk op Boring gemaak, dat hy in 1923 intelligensie as 'n meetbare kapasiteit beskou het. Intelligensie word dus gedefinieer as dit wat 'n intelligensietoets meet. Daar is dus net soveel definisies vir intelligensie as wat daar intelligensietoetse is (Taljaard, 1973, p. 10). In 1923 is 'n simposium oor die begrip "intelligensie" belê te Oxford. Daar is gepoog om die uiteenlopende gedagtes oor die

begrip "intelligensie" tot 'n kompromie te lei. Net soos sy voorloper het hierdie simposium die saak eerder ingewikkelder gemaak as wat dit was (Spearman, 1927, p. 9).

4.2.3 Intelligensie as kognitiewe ontwikkeling.

Vanaf 1927 publiseer Piaget sy sieninge oor die ontwikkeling van die kognitiewe strukture by kinders. Deur kliniese ondersoekmetodes het hy die intellektuele ontwikkeling van die kind in vier fases onderskei en ingedeel naamlik:

- (i) die Sensories-motoriese fase (0 tot 2 jaar),
- (ii) die Pre-operasionele fase (2 tot 7 jaar);
- (iii) die Konkreet-operasionele fase (7 tot 11 jaar),
- (iv) en die Formeel-operasionele fase (11 tot 15 jaar).

(Van der Merwe, 1978, p. 30)

Deur sy navorsing het hy tot die gevolgtrekking gekom dat ouer kinders nie net "slimmer" is as die jongeres nie, maar dat daar 'n kwalitatiewe verskil tussen die ouderdomsgroepe voorkom (Ginsberg and Opper, 1969, p.3).

Intelligensie neem nie net toe in kwantiteit nie, maar ook in kwaliteit. Die siening van Piaget geniet baie

aandag onder opvoedkundiges. Tydens die jaarlikse vergadering van Chicago se Nasionale Opvoedkundige Navorsingsvereniging in 1969 het elf van die sessies direk of indirek betrekking gehad op die werk van Piaget (Elkind, 1974, p. IX). Die werk van Piaget word vollediger bespreek in paragraaf 4.5.

4.3 Rigtings van waaruit Intelligensie beskou kan word.

Alhoewel verskillende benaderings tot die begrip "intelligensie" uiteenlopend is, bevat elk tog waarheidsmomente. Die verskillende benaderings kan in verskillende rigtings gegroep word.

4.3.1 Agnostiewe rigting.

Die voorstanders van hierdie rigting glo nie dat dit moontlik is om intelligensie te definieer nie, altans nie voordat dit gemeet kan word nie (Swart, 1977, p. 24). Onder die denkers van hierdie rigting is Pressey. Suksesvolle toetsing is vir hom belangriker as 'n definisie van intelligensie. "Instead, he is interested to know what such test will do, in solving this or that problem" (Tyler, 1969, p. 14). Ruml is weer van mening dat die aard van die verstand eintlik nie bespreek kan word nie, omdat daar 'n groot gebrek aan presiesheid is in die gebruik van die terme en begrippe

wat juis die grondslag in so 'n bespreking vorm (Coetzee, 1931, p. 173). Algemene intelligensie is vir hierdie navorsers 'n werkshipotese en hierdie hipotese moet so aangepas word totdat suksesvolle probleemoplossing plaasvind.

4.3.2 Die Biologiese-teleologiese intelligensierigting.

Hierdie rigting lê die klem op die aanpassingsvermoë van die individu tot sy omgewing. Peterson definieer intelligensie as volg: "Intelligence seems to be a biological mechanism by which the effects of a complexity of stimuli are brought together and given somewhat unified effect in behavior" (Tyler, 1969, p.18). Die rigting berus op behavioristiese grondslae en is suiwer teleologies van aard, daarom is dié benadering vanuit 'n Christelike Lewensbeskouing nie aanvaarbaar nie. Die rigting rus hoofsaaklik op die uitgediende vermoënsleer. Pretorius (1977, p. 121) wys daarop dat die vermoënsleer teen ongeveer die begin van hierdie eeu laat vaar is, nadat daar empiries bewys is dat die teorie van formele dissipline nie op feitlike gronde berus nie, en die idee van oefeningsoordraging die aandag gevestig het op die feit dat die vermoëns soos geheue, waarneming, diskriminasie, konsentrasie, redenasie, verbeelding en wil geen psigiese entiteite is nie, en nog minder onder-

hewig is aan algemene oefening.

4.3.3 Die Opvoedkundige rigting.

Colvin wys daarop dat intelligensie ekwivalent is aan die leervermoë van die individu. "An individual possesses intelligence in so far as he has learned, or learn to adjust himself to his environment" (Tyler, 1969, p.12). Volgens Coetzee (1931, p. 184) kan Ebbinghaus ook waarskynlik aan hierdie rigting gekoppel word. Die suksesvolle aanpassing van die individu tot sy omgewing word bepaal deur die individu se reeds opgedoende kennis. Die grootste beswaar teen hierdie denkrigting is juis oor die kenniskoppeling aan intelligensie. Alle individue het nie dieselfde geleenthede om dieselfde kennis op te doen nie. "Ongunstige beleving van die bepaalde milieu-omstandighede mag die kind emosioneel in so 'n mate oorspoel dat die aandag tydelik nie by die leertaak gehou kan word nie, wat noodwendig swakker prestasie tot gevolg sal hê" (Botes, 1976, p. 36). Intelligensie is nie net afhanklik van die hoeveelheid opgedoende kennis nie, want ander onafhanklike veranderlikes speel ook 'n belangrike rol by die leerprosesse.

4.3.4 Die Skolastiese denkrigting.

Die skolastiese denkrigting het die abstrakte denkvermoë van die individu gekoppel aan intelligensie. Die

werking van die verstand is meervoudig, die verstand vorm begrippe, dit oordeel en besluit, dit redeneer, dit is dus tot abstrakte denke instaat (Coetzee, 1931, p. 184).

4.4 Faktoranalise.

Faktoranalise is die enigste voorbeeld waar 'n kwantitatiewe tegniek so uitgebou is dat dit gelei het tot die ontwikkeling van 'n teoretiese sisteem wat eksplisiet gekoppel is aan die tegniek self (Maas, 1975, p. 9). Die begrip "faktor" word as volg deur Vernon (1979, p. 334) omskryf: "The main dimensions present in a set of tests that appears to measure the same psychological ability or trait." Wiskundige metodes word gebruik om betekenis te gee aan groot hoeveelhede korrelasies tussen verskillende toetse. Hierdie metode van faktoranalise is in 1904 deur Spearman gebruik om sy teorie oor intelligensie daar te stel.

4.4.1 Spearman se Tweefaktorteorie.

Spearman (1927, p. 76) definieer 'n intelligente handeling as volg: "all branches of intellectual activity have in common one fundamental function (or group of functions), whereas the remaining or specific elements seems in every case to be wholly different from that in

all the others." Alle verstandaktiwiteite is in die eerste plek afhanklik van die werking van 'n algemene faktor, wat hy die g-faktor noem en wat bestaan uit die vermoë om verhoudings in te sien. Saam met die g-faktor tree daar ook in elke handeling spesifieke faktore, ook s-faktore genoem, in werking. Daar is 'n groot aantal s-faktore, maar hulle is streng spesifiek, sodat s-faktore wat in een handeling 'n rol speel, slegs in daardie handeling in werking tree (Pretorius, 1977, p. 121). Die spesifieke faktor verskil nie slegs van individu tot individu nie, maar dui ook verskille aan tussen vermoëns van enige enkele individu (Taljaard, 1973, p.14).

Verdere navorsing het getoon dat die korrelasiekoëffisiënt tussen twee toetse, veral waar twee toetse baie eenders is, meer as slegs dit wat deur 'n enkele "g-faktor" bygedra word, verteenwoordig (Van der Walt, 1970, p. 183). Spearman het hierdie toegeskryf aan die teenwoordigheid van addisionele faktore (groepfaktore genoem) wat moontlik ontstaan as gevolg van 'n oorvleueling van die "s-faktore". 'n Kind se leesvermoë kan so byvoorbeeld deels toegeskryf word aan die kwaliteit van sy algemene intelligensie (die g-faktor), deels aan so 'n groepfaktor soos verbale vermoë en deels aan die vermoë om gedrukte woorde waar te neem (spesifieke faktor) (Pretorius, 1977, p. 121).

4.4.2. Thurstone se veelvoudige- of geweege groep-faktorteorie.

In 1938 het 241 studente onder leiding van Thurstone 'n toetsbattery bestaande uit 57 subtoetse afgelê. Met die toetsbattery is gepoog om die studente se algemene intelligensie te meet. Die subtoetse is so gerangskik dat primêre verstandsvermoë daardeur geïsoleer kan word. Tetrachoriese korrelasies is gebruik om die groot hoeveelhede korrelasies, wat vir die isolering van primêre verstandsvermoëns nodig is, daar te stel (Stoddard, 1945, p. 159). Deur dié faktoranalitiese metode het hy sewe primêre verstandsfaktore geïsoleer, naamlik:

Verbale begrip of woordeskat (V) :

dit het veral met die herkenning van 'n groot verskeidenheid van woorde te doen.
'n Vermoë vir logiese of verbale verhoudings.

Woordvlotheid (W) :

die vermoë om woorde maklik te vind asook die vaardigheid met woorde.

Syferkundige vermoë (N) :

die vermoë om met syfers te kan werk.

Ruimtelike vermoë (S) :

die vermoë om ruimtelike verhoudings waar te neem.

Assosiatiewe geheue (M) :

die vermoë om onder andere dinge in te prent en te kan onthou.

Persepsuele vermoë (P) :

'n fyn onderskeidende waarnemingsvermoë.

Redenering (R) :

die vermoë om deur induktiewe of deduktiewe redenering probleme op te los.

(Pretorius, 1977, p. 123; Anastasi, 1969, pp. 329 - 330)

Enige besondere aktiwiteit, soos byvoorbeeld die oplos van Wiskunde probleme, hang af van die werking van 'n kombinasie van hierdie faktore wat nie almal dieselfde gewigte dra nie. Thurstone is van mening dat voorspellings wat gemaak word en voorligting wat gebaseer is op al sewe die primêre verstandsvermoëns, eers afsonderlik gesien en dan in onderlinge verhouding, met mekaar, van groter waarde sal wees as wanneer dit geskied op grond van 'n enkele syfer indeks soos 'n I.K. (Pretorius, 1977, p. 122). Thurstone kom later tot die

gevolgtrekking dat sy primêre verstandsfaktore nie heeltemal so onafhanklik van mekaar is nie, maar dat daar tog 'n gemeenskaplike of algemene intellektuele vermoë is (Van der Walt, 1970, p. 185).

4.4.3 Hiërargiese groëpfaktore.

Met die navorsingsresultate wat verkry is deur Cyril Burt en Philip Vernon gedurende die laat veertiger jare, het hulle daarop gewys dat daar 'n hiërargiese verband bestaan tussen die algemene faktor "g" en die spesifieke faktor "s" (Burt, 1946, p. 249). Bo-aan die hiërargiese verband staan die algemene faktor "g". Die groepsvermoëns word dan tussen die algemene faktor en die spesifieke faktor "s" geplaas (Pyle, 1979, p. 9).

Elke onderverdeling van 'n hoër faktor lewer twee laer faktore. "Die verskillende vlakke van tweedeling het hy geïdentifiseer as 'relasies' op die hoogste vlak, 'assosiasies' op die tweede vlak, 'persepsie' op die derde vlak en 'sensasie' op die vierde vlak" (Taljaard, 1973, p.21). Onder die g-faktor wat die bopunt van die piramide vorm, plaas Vernon die twee breë groëpfaktore: enersyds die verbaal-numeriese opvoedkundige, waarna hy as die v:ed-faktor verwys en andersyds die praktiese-meganiese-ruimtelike-fisiese faktor, waarna hy as die k:m-faktor verwys (Van der Walt, 1970, P. 186). Deur onderverdeling kom hy eindelijk by die onderste vlak in

die hiërargie wat bestaan uit suiwer spesifieke faktore (Anastasi, 1969, p. 332).

4.4.4 J.P. Guilford se model van die struktuur van intelligensie.

In kontras met die hiërargiese rangskikking van verstandsvermoëns het Guilford aangetoon dat sewentig intellektuele faktore geïsoleer kan word. 'n Intellektuele faktor het volgens Guilford 'n drie dimensionele aard en is die resultaat van ryping en leer en bestaan uit 'n kombinasie van 'n operasie, 'n inhoud en 'n produk (Pretorius, 1977, p.123). Die operasie of handeling bestaan uit evaluering, konvergerende produksie, divergerende produksie, geheue en kognisie. Produkte bestaan uit eenhede, klasse, verhoudings, stelsels, transformasies en implikasies. Die vier inhoudes is figuur-inhoude, simboliese-inhoude, semantiese-inhoude en gedrags-inhoude (Guilford, 1968, p.16). Hierdie klassifikasie sluit 5 X 4 X 6 kategorië in, wat dui op 120 selle. In elke sel word ten minste een faktor of vermoë verwag, terwyl sommige selle meer as een faktor mag besit (Anastasi, 1969, p.332).

Handelinge word gesien as dit wat die individu met die roumateriaal doen, soos wat dit ontvang word. Inhoude

word gesien as die soorte van materiaal wat gebruik word en produkte die verskillende vorms wat die informasie, in die verwerking daarvan deur die individu, inneem (Van der Walt, 1970, p.188).

Volgens Guilford betrek hy met hiérdie struktuurmodel die ganse menslike persoonlikheid. Die denke verloop vanaf die konkreet aanskoulike deur begripsvorming tot by die abstrakte denke. Die implikasie van hierdie benadering is dat die onderwyser hom by die onderwys van sy vak in elke les moet toespits op die onmiddellike spesifieke onderwysbehoefte van die leerling (Pretorius, 1977, p.124). W. Pyle (1979, p.13) beskou die model van Guilford oor intelligensie as 'n belangrike uitbouing van die faktoranalise, maar wys tog ook daarop dat dit moontlik te lomp is vir die gebruik in die praktiese opvoedkundige situasie.

4.5 Piaget se beskouing oor intelligensie.

Piaget se bevindinge dui op 'n tweeledige aard van intelligensie te wete: die wyse waarop intelligensie funksioneer, sowel as die ontwikkelende vorm daarvan. Die biologiese erfenis van intelligensie by alle fases van ontwikkeling bestaan uit funksionele invariante van organisasie en aanpassing. Organisasie is die interne aspek van funksionering wat geskied deur fisiese of psigologiese koördinasie van gedragstrukture. Die ek-

sterne aspek van die siklus is aanpassing (Piaget, 1977, p.19). Die interaksie van die individu met die omgewing geskied deur middel van assimilasië en akkommodasië. "In short, intellectual adaptation, like every other kind, consists of putting an assimilatory mechanism and a complementary accommodation into progressive equilibrium" (Piaget, 1977, p.19).

Assimilasië dui op die inkorporasië van nuwe voorwerpe of ervarings in die bestaande kognitiewe struktuur wat 'n wysiging of akkommodasië van die bestaande struktuur tot gevolg kan hê. Aanpassing is moontlik wanneer daar ewewig tussen akkommodasië en assimilasië is. Die assimilasië-strukture is nie staties of onveranderlik nie. Die gedurige proses van interne vernuwing is belangrik vir kognitiewe ontwikkeling (Pulaski, 1980, pp.9 - 10). Piaget groepeer die kognitiewe ontwikkeling by die mens in verskillende fases.

4.5.1 Die verskillende fases in die denkontwikkeling.

Volgens Piaget dui gemeenskaplike toetsfoute wat leerlinge begaan op kwalitatiewe verskille tussen verskillende ouderdomsgroepe (Ginsberg and Opper, 1969, p.3). Die kwalitatiewe verskille dui op verskillende fases van intellektuele ontwikkeling by die leerling. Intellektuele ontwikkeling is 'n kontinue proses wat in vier

verskillende stadiums mekaar konstant opvolg. Die ouderdom waarop verskillende leerlinge elke fase bereik kan binne perke verskil. Elke fase sluit 'n vormingsperiode, asook 'n verwerwingsperiode van kognitiewe strukture, in. Met elke fase is die kind in staat tot 'n groot aantal, duidelik onderskeie, verstandswerkinge (Du Toit, 1975, p.47). Strukture wat in vorige fases gevorm is, word in latere strukture geïnkorporeer.

4.5.1.1 Die senso-motoriese denkhandelingsfase.
(vanaf geboorte tot twee jaar)

Die fase word gekenmerk deur die motoriese handeling van die kind. Die kind maak die omgewing sy eie deur die vaslegging van die permanentheid van voorwerpe in sy denke. Die denkprosesse maak eers hul verskyning aan die begin van die volgende fase (Piaget, 1957, p.9).

4.5.1.2 Die voor-operasionele fase.
(vanaf twee tot sewe jaar)

Die voor-operasionele fase word verdeel in twee subfases:

(i) Die voorbegripsmatige fase (twee tot vier jaar)

Die kind verkry die vermoë om simbole van voorwerpe

of gebeurtenisse te vorm. Die denke van die kind is nie induktief of deduktief nie, maar wel transduktief. 'n Voorbeeld van transduktiewe denke sal soos volg wees: "Koeie is groot diere met vier bene. Daardie dier is groot en het vier bene, daarom is dit 'n koei" (Hergenhahn, 1976, p.274).

(ii) Die intuïtiewe denke: (vier tot sewe jaar)

In hierdie fase ontwikkel, by die kind, 'n wyer sosiale belangstelling en 'n vermindering in sy egosentrisme (Van der Walt, 1979, p. 16). Die belangrikste kenmerk van die kind se denke gedurende hierdie fase is die gebrek aan die ontwikkeling van konsevering. Die kind kan nie insien dat 'n sekere volume vloeistof dieselfde bly, al word dit in verskillende houers gegooi nie. Die lang dun houer bevat naamlik volgens die kind se insig meer vloeistof as die plat breë houer, want die vloeistof staan hoër in die eersgenoemde (Hergenhahn, 1976, p.275).

4.5.1.3 Konkreet-operasionele fase: (sewe tot elf jaar)

Die intellektuele groei van die kind tydens dié fase ontwikkel tot die stadium waar logiese denk-

handeling moontlik is. Die kind se denkhandeling tydens hierdie fase sluit slegs een onveranderlike faktor in. Die volgende wiskundige vaardighede is kenmerkend van hierdie fase:

(i) Konservasievaardighede

'n Verbeterde vermoë tot konservasie begin nou intree. Die kind begin nou byvoorbeeld insien dat verandering in vorm, lengte en posisie nie die hoeveelheid verander nie. Logiese wiskundige denke word hierdeur moontlik gemaak. Die konservasie van volume skep vir die leerlinge in die junior-sekondêre skoolfase probleme (Venter, 1978, p.26).

(ii) Klassifikasiesisteme en reeksvorming.

Die kind is nou in staat om elemente te sorteer, te klassifiseer en te orden. Elemente kan gerangskik word van toenemende sowel as afnemende grootte (Piaget, 1957, pp.13 - 14). Die kind kan nou insien dat wanneer $A > B$ en $B > C$ dan is $A > C$. Optel is die saamvoeging in een klas, terwyl aftrekking die skeiding in verskillende klasse is. Vermenigvuldiging is herhaalde optel en deling is herhaalde aftrekking. Hierdie bewerkinge kom nou voor in die logiese denkstruktuur van die kind (Venter, 1978, p.27). Reeksvorming is 'n noodsaaklike denkhande-

ling voordat die getalsbegrip verstaan kan word.

(iii) Inverse van denkhandeling.

Die omkeerbaarheid van denkhandeling verleen aan die leerling meer buigsaamheid van retrospeksie. Die kind kan nou vooruit dink aan moontlike oplossings. Die omkeerbaarheid van die kind se denkhandeling stel hom in staat om hoër substrukture daar te stel. Aftrek as die inverse van optel is vir die kind meer verstaanbaar.

4.5.1.4 Die formeel-operasionele fase.

(elf jaar tot vyftien jaar)

Die adolessent is in staat om alle moontlike hipotetiese oplossings te oorweeg vir 'n probleem situasie. Alle moontlike veranderlikes word ingebou in 'n kombinasiesisteen. Die teenwoordige veranderlikes kan geïsoleer word deur 'n enkele faktor te verander, terwyl al die ander onveranderd gehou word (Inhelder en Piaget, 1968, p. 75). Die adolessent distansieer hom van die realiteit. Die realiteit word gesien as 'n onderdeel van 'n baie groter versameling moontlikhede. Die adolessent los sy probleem op deur eers aan verskillende moontlikhede te dink en dit dan sistematies te

toets en afleidings te maak (Van der Walt, 1979, p. 10). Soos die denkstrukture ontwikkel, word die individu bedrewe in sy hantering van hipoteses, sodat dit uiteindelik lei tot die uitsluiting van fisiese realiteite en hy suiwer op denkhandelinge staat maak (Wilkinson, 1979, p.95). Hipotetiese deduktiewe redenering is die belangrikste onderskeidende kenmerk van hierdie fase.

4.5.2 'n Kritiese beskouing van Piaget se Teorie en onderzoek metodes.

Jean Piaget het baanbrekerswerk gedoen op die gebied van intellektuele ontwikkeling. Sy bevindinge het 'n wêreldwye invloed uitgeoefen op die siening van denkvlakontwikkeling by die kind. Die gedagtes van 'n kind is nie net minder as die van volwassenes nie, maar verskil ook in soort (Elkind, 1974, p.3). Die aard van die intellektuele vermoë is nie net kwantitatief nie, maar ook kwalitatief waarneembaar. Die aanpassing van die individu binne 'n bepaalde omgewing speel by Piaget 'n belangrike rol. Hy verwys dikwels na die aanpassing van 'n organisme binne 'n bepaalde omgewing. Die siening van die mens as 'n organisme grens aan 'n evolusionistiese mensbeskouing. Dié siening kan nie met 'n Christelike Lewens- en Wêreldbeskouing vereenselwig word nie (Wilkinson, 1979, p. 91).

Die buigbare ondersoekmetode wat Piaget gebruik in sy navorsing word deur verskillende navorsers bevraagteken. Susan Isaacs (1938, pp.93-95) beweer dat die kliniese metode wat Piaget gebruik, beperk en stereotipies van aard is en sodoende die proefpersoon benadeel. Volgens haar delf hy onwetend dieper in die wese van die kind deurdat die fantasie van die kind by ondersoek betrek word. Die kliniese ondersoekmetode vereis van die proefpersoon 'n bedreweheid in die taal wat as kommunikasie-medium gebruik word. 'n Hoë mate van taalbevoegdheid word van die proefpersoon en die eksperimenteerder verwag (Wilkinson, 1979, p. 98). 'n Swak taalbevoegdheid van die proefpersoon kan die toetsuitslag beïnvloed.

Flavell (1963, p.433) beweer dat Piaget dikwels gebruik maak van onseker data vir die opbou van teoretiese gegewens. Die gevaar van die oorverfyning van hierdie data kan ook lei tot 'n toestand waar veel meer afleidings gemaak word, as wat die data werklik bevat en regverdig.

Met die kritiek in aanmerking geneem, behoort die bevindinge van Piaget as 'n raamwerk te dien waarbinne nuwe navorsing kan geskied. Die navorsings-resultate van Piaget kan dan ook 'n belangrike rol speel by kurrikulum beplanning in Wiskunde. Daar word byvoorbeeld al

hoe meer besef dat vakinhoud en onderrigmetodes aangepas behoort te word by die denkvlak ontwikkelings stadium van die leerling (Wilkinson, 1979, p. 100).

4.6 Intelligensie en Wiskunde.

Die verskillende navorsingsresultate en uitsprake aangaande die verband tussen die aard en wese van intelligensie en wiskundeprestasie is vir die wiskunde-onderwyser van groot belang. Hierdie uitsprake kan bydra tot die aanpassing van vakinhoud en onderrigmetodes tot voordeel van die wiskunde leerling.

4.6.1 Wiskunde en kognitiewe ontwikkeling.

Die werk van Jean Piaget aangaande denkvlakontwikkeling (vergelyk paragraaf 4.5) het verskeie navorsers (Collis, 1975 en 1978; Halford 1978; Venter 1978, du Toit 1975 en andere) aangespoor om die verband tussen kognitiewe ontwikkeling van leerlinge en hul wiskunde prestasie na te vors. Volgens Halford, (1978, p.298) het Collis 'n uitgebreide poging aangewend om 'n kognitiewe ontwikkelingsteorie toe te pas op wiskunde onderrig. Halford wys tog daarop dat die teorie van kognitiewe ontwikkeling self, slegs in 'n geringe mate as 'n onafhanklike veranderlike bydra tot die oplossing van sekere wiskundige probleme. Na 'n ondersoek waarin hy formele asook konkrete wiskundige items op drie verskillende ouder-

domsgroepe toegepas het, kom hy tot die gevolgtrekking "Since much of the difficulty of mathematical problems depends on the form of the problem rather than on the structural complexity of the problem, it follows that cognitive developmental theory in the sense in which the term is used in this paper can account for only a part, and probably a small part, of the total variance due to mathematical problem difficulty" (Halford, 1978, p313). Venter (1978, p.114) vind met sy navorsing 'n beduidende verband tussen denkvlak en die prestasie in die wiskunde eksamenpunt. Navorsers op hierdie gebied is dit eens dat die denke ontwikkel met ouderdomstoename en dat die onderwysers 'n deeglike studie van denkvlakontwikkeling van die kind moet maak, sodat onderwysmetode dienooreenkomstig daarby aanpas (Du Toit, 1975, pp. 147 - 148).

4.6.2 Wiskunde vermoë as 'n spesifieke vermoë.

Die Russiese wiskundige en opvoedkundige, Krutetskii (1976, p. 360) is van mening dat sekere aspekte van 'n leerling se verstandsaktiwiteite slegs by wiskundige aktiwiteite karakteriseer. Krutetskii (1976, pp. 350 - 351) gee die volgende stappe met betrekking tot wiskundige denke en die struktuur van wiskundige vermoëns, as volg aan:

- (i) die verkryging van wiskundige inligting
- (ii) die verwerking van wiskundige inligting
- (iii) die vermoë tot die behoud van wiskundige inligting (wiskundige geheue)
- (iv) die byna totale wiskundige ingesteldheid van die verstand (algemene sintetiese komponent)

"These components are closely interrelated, influencing one another and forming in their aggregate a single integral system, a distinctive syndrome of mathematical giftedness, the mathematical cast of mind" (Krutetskii, 1976, p. 351).

Wiskundige vermoëns het 'n ingewikkelde struktuur. Die verskillende komponente van wiskundige vermoëns in die verskillende afdelings van Wiskunde speel nie deurgaans dieselfde rol nie, en dit is nie ewe sterk in alle leerlinge ontwikkel nie. Dit verklaar moontlik die rede waarom 'n leerling in sekere afdelings van Wiskunde beter presteer as in ander (Pretorius, 1978, p.146).

4.6.3 Intelligensie-aktualisering en Wiskunde.

Volgens Strauss (1978, p.194) beteken intelligensie-aktualisering dat die kind in en deur sy intelligensie

tot die wêreld uitgaan, dit deurbreek en omstel tot wêreld vir hom. "Hierdie intelligente deurbreking van situasie en wêreld, beteken 'n intensioneel bepaalde akt of handeling, geaktiveer vanuit die persoon, terwyl die intelligensie self deurbrekiingskrag as kognitiewe moontlikheid beteken, wat vanweë die aktualisering deur die kind al dan nie, aangewend kan word ter deurbreking van situasies" (Strauss, 1978, p. 194). Hy stel dit verder dat om begrippe in Wiskunde vir die leerling sinvol en duidelik te laat deurbreek, is bo en behalwe die onderrigmetodes, ook die volgende psigopedagogiese uitsprake, naamlik aanskou as kinderlike handeling, gewaarwording, waarneem, voorstel en fantaseer, dink, aktualisering van intelligensie en memoriseer as kinderlike synswyses wat as leerwyses onderskei kan word, maar nie as geskeie gesien moet word nie, van kardinale belang in die didakties-pedagogiese situasie (Strauss, 1978, p. 220).

4.7 Samevatting

Uit die literatuurstudie het dit duidelik geblyk dat uiteenlopende gedagtes oor die aard en wese van intelligensie voorkom. Die verklaring van intelligensie deur verskillende navorsers is duidelik beïnvloed deur verskillende navorsingstegnieke waarvan die faktoranalise seker die belangrikste is. Vanaf 1879 is verskillende wetenskaplike pogings aangewend om intelligensie te

meet. Ebbinghaus het in 1897 baanbrekerswerk gedoen deurdat hy prosesse hoër as die sintuiglike begin meet het. Cattell en Wechsler het in 1901 gepoog om verskillende verstandsvermoëns met mekaar te korreleer. Galton en Pearson het korrelasies tussen verskillende vermoëns wiskundig begin uitdruk deur middel van korrelasie koëffisiënte. Deur middel van hierdie wiskundige tegniek het Spearman in 1904 sy faktorteorie daargestel. Volgens hom bestaan intelligensie eerstens uit 'n algemene faktor, wat hy die g-faktor noem, en spesifieke faktore wat hy s-faktore noem. Ander navorsers soos Thurstone (geweege groepfaktorteorie), Burt (hiërargiese teorieë) en Guilford (model van struktuur van intellek) het voortgebou op die faktorteorieë.

Die behoefte aan onderskeiding vir moontlike suksesvolle seleksie van mense het die ontstaan van verstandstoetse gestimuleer. Nadat Binet en Simon in 1904 die eerste toetsbattery opgestel het, het verstandsmeting snel ontwikkel tot die daarstelling van maklik afneembare en bruikbare groeptoetse. Terman het die begrip "Intelligensie kwosiënt" betrek by verstandsmeting. Vandag gebruik ons die afwykings I.K. en nie die verhoudings I.K. van Terman nie, alhoewel dit gerieflikheidshalwe nog I.K. genoem word.

Verskillende denke aangaande die aard en wese van in-

telligensie kan in vier denkrigtings saamgevat word. Die suksesvolle meting van intelligensie is vir die aanhangers van die Agnostiese-rigting so belangrik dat 'n definisie aangaande intelligensie nie belangrik is nie. Die Biologiese-teleologiese denkrigting lê die klem op die aanpassingsvermoë van die individu aan sy omgewing. Hierdie behavioristiese siening is nie versoenbaar met 'n Christelike Lewensbeskouing nie. Die Opvoedkundige denkrigting stel intelligensie ekwivalent aan die leervermoë van die individu, terwyl die Skolastiese denkrigting intelligensie koppel aan abstrakte denkvermoë.

Piaget publiseer reeds vanaf 1927 sy bevindinge aangaande denkvlak ontwikkeling. Volgens hom vind kognitiewe ontwikkeling in vier fases plaas. Hierdie fases word gekoppel aan ouderdomme. Die senso-motoriese denkhandlingsfase strek vanaf geboorte tot twee jaar. Die voor-operasionele fase (vanaf twee tot sewe jaar) word gekenmerk deur eers transduktiewe denke gevolg deur intuïtiewe denke. Vanaf sewe tot elf jaar volg die konkreet-operasionele fase waarin die kind tot logiese denke instaat is. Die konkreet-operasionele fase word gevolg deur die formeel-operasionele fase. Hipotetiese deduktiewe redenering is die belangrikste onderskeidende kenmerk van hierdie laasgenoemde fase.

Die werk van Piaget het verskeie wetenskaplikes aangespoor tot verdere ondersoek op die gebied van wiskunde en kognitiewe ontwikkeling. Navorsers op hierdie gebied is dit eens dat denke ontwikkel met ouderdomstoename en dat verdere studie gedoen moet word om die verband daarvan met wiskunde onderrig te ondersoek. Die wiskundige Krutetskii is van mening dat Wiskundige vermoëns spesifieke vermoëns is. Hierdie spesifieke vermoëns vorm 'n ingewikkelde struktuur. Wat egter vir die wiskunde onderwyser van kardinale belang is, is die aktualisering van die leerling se intelligensie. Uit die studie is dit duidelik dat intelligensie nie geïsoleerd staan ten opsigte van ander psigopedagogiese uitsprake soos gewaarword, waarneem, voorstel en fantaseer, dink en memoriseer nie.

HOOFSTUK V5 BESKOUINGE AANGAANDE LEER.5.1 Inleiding.

'n Leerling se akademiese prestasie in Wiskunde is vir hom van groot belang, want dit is juis hierdie prestasie waarmee hy die vak slaag of druip. Vaste punte word nou deur die onderwyser gesoek vanwaar moontlike verklarings gedoen kan word aangaande 'n leerling se prestasie. Intelligensie as 'n moontlik uitgangspunt is in Hoofstuk IV bespreek. Volgens Vorster (1971, p.7) is kennis en denke ten nouste verbonde aan leer, daarom moet enige ontleding van prestasie gegrond wees in 'n bepaalde siening van leer en denke. Dit sal nou sinvol wees om na verskillende leerteorieë te kyk, sodat 'n gangbare beskouing aangaande leer daargestel kan word, wat dan later as basis van beoordeling van die empiriese gegewens ten opsigte van prestasie moet dien.

5.2 Assosiasie-teorieë

Die assosiasie-teorieë het 'n lang geskiedenis. Aristoteles (384 - 322 v.C.) het geglo dat kennis verwerf word deur sinvolle ervaring en denke (Hergenhahn, 1976, p.35). Hy formuleer sekere assosiasiewette waaronder

kontinuiteit, ooreenkoms en kontras van idees by die leerproses betrek word. William James (1842 - 1910) het skerp kritiek uitgespreek teen die introspektiewe werks-wyses wat deur sielkundiges gebruik word met hul soeke na die aard en verloop van die leerprosesse. E.S. Thorndike is so beïndruk deur die werk van James dat hy eksperimente uitvoer om die leerproses by diere te ondersoek. Die probeer-fouteer-en-tref wat hy by diere aangetref het, noem hy dan leer deur middel van seleksie en korreksie (Hilgard, 1956, p.16). Leer vind meganies plaas op grond van assosiasievorming. Leer kan dus hieruit verklaar word as die resultaat van assosiasies tussen stimuli (S) en response (R) asook die versterking van hierdie S-R verbindings. Die bevindinge van Thorndike het gelei tot die S-R-sielkunde. Uit die bevindinge van sy talryke eksperimente met diere het Thorndike sy bekende leerwette saamgestel. Wat bestaan uit:

(a) Wet van oefening of herhaling:

Hoe meer dikwels 'n assosiasie tussen 'n stimulus en respons beoefen word, hoe sterker word die assosiasie. Thorndike (1931, p.5) stel dat indien die stimulus van nege vermenigvuldig met sewe (S1) 'n duisend keer voorkom, die regte response (R27) nege honderd-en-neëntig keer sal volg. "The

strength of S1→R27 is approximately 0.990 for that individual" (Ibid, p.5). Volgens Thorndike word die wet van oefening of herhaling beïnvloed deur faktore soos:

- (i) Intensiteit: 'n Ervaring wat met 'n intense emosie gepaard gaan, lei tot die vorming van permanente assosiasies self by enkele herhalings.
- (ii) Resentheid: Assosiasies tussen 'n stimulus en sy respons verswak wanneer hulle nie beoefen word nie (Pretorius, 1977, p.75). Thorndike het die wet van oefening en herhaling aangevul met die wet van effek en die wet van gereedheid (Hergenhahn, 1976, p.74).

(b) Die wet van effek

'n Gevoel van aangenaamheid wat gepaard gaan met 'n handeling veroorsaak dat die handeling gouer geleer word. "Die wet van effek, wat onderliggend is aan die hele kwessie van beloning en straf, was onteenseglik Thorndike se betekenisvolste bydrae tot die leerproses" (Pretorius, 1977, p. 75).

(c) Die wet van gereedheid

Indien 'n verbinding tussen 'n stimulus en sy reaksiemeganisme gereed is om te reageer, en die reaksie vind plaas, word 'n aangename gevoel ervaar.

Hy het ook vier mindere leerwette saamgestel:

- (i) Die wet van meervoudige reaksie;
- (ii) Die houding of instelling van die organisme motiveer sy reaksie;
- (iii) Die wet van analogie; en
- (iv) Die wet van assosiatiewe verskuiving.

(Vorster, 1971, p. 8)

Volgens Thorndike het die diere "geleer" om hulle aan te pas by nuwe situasies. Volgens die assosiasie teorieë is leer dan ook beskou as 'n "aanpassingsproses" in 'n nuwe situasie (Odendaal, 1966, p. 42).

De Wet (1974, p. 58) stel dit dat daar twyfel bestaan of Thorndike se probeer-en-fouteer-metode op menslike leer van toepassing is. "Die mens styg juis in teen-

stelling tot die dier bo sy omgewing uit; hy verander dit want hy is meester daarvan" (Odendaal, 1966, p. 42). Die mens, as waardewese is trouens verhewe bo hierdie soorte leerwyse soos dressering en kondisionering.

5.3 Die Gestaltpsigeologie.

Die Gestaltpsigeologie het onder leiding van Max Wertheimer, Kurt Koffka en Wolfgang Köhler sterk standpunt ingeneem teen die meganiese kenmerke van die stimulus-respons-leerteorie van Thorndike en sy aanhangers. Die Gestaltteorie kom tot die konklusie dat leer deur insig geskied en dat dit die persepsie van verhoudings tussen die onderdele van die situasie behels (Vorster, 1971, p. 9). Die "Gestalt" kan onder andere vertaal word as sinvolle geheel, georganiseerde geheel of globaliteit (Pretorius, 1977, p.85).

Vir die aanhangers van die Gestaltteorie is die geheel van die Gestalt meer as die dele, elke lid van die geheel word deur die geheel gedra en kry sin slegs in die geheel (Strauss, 1978, p. 49). Die beginsels wat die vorming van Gestalten beheer sluit figuur en agtergrond, sluiting of voltooiing en die wet van insig in. Elke Gestalt bestaan uit 'n duidelike vorm of figuur teen 'n vae agtergrond. Nabyheid, gelyksoortigheid, geslote vorms, goeie kontoer, gemeenskaplike beweging,

en ervaring word deur die Gestaltici genoem as voorwaardes waaronder 'n deel van die persepsieveld as 'n duidelike geheelfiguur uitstaan (Pretorius, 1977, p. 85-86). Die beginsel van voltooiing vind in die senustelsel plaas. Wanneer daar na 'n lyn gekyk word wat amper 'n sirkel vorm behalwe vir 'n opening tussen die twee ente is 'n mens geneig om die gaping te voltooi sodat dit 'n sirkel vorm. "This principle, like all the others, follows the general law of Prägnanz which says that we respond to the world so as to make it maximally meaningful under existing conditions" (Hegenhahn, 1976, p. 245).

Volgens die veldteorieë bestaan die leerproses uit 'n progressiewe rangskikking waarin die leerder bewus is van die stygende of toenemende betekenisvolle verhoudings, wat insig genoem word (Vorster, 1971, p. 9). Pretorius (1977, p. 87) verduidelik die beginsel met die volgende voorbeeld:

Wanneer 'n leerling 'n moeilike meetkundeprobleem moet oplos, neem hy die hele situasie waar, maar sien nog nie die oplossing nie. Die leerling besit egter die vermoë om die gegewens in verskillende verhoudings te sien. Indien hy daarin slaag om die gegewens in so 'n verhouding tot mekaar te rangskik dat dit lei tot die oplossing van die probleem, dan is

die saak gewonne. Insig kom plotseling
wanneer die regte Gestalt na vore kom.

Volgens Odendaal (1966, p. 43) bestaan daar egter verskille tussen die "insig" by diere en by mense. Die dier is gebonde aan die konkrete situasie, waar die insig verwerf is, terwyl insig by die mens oordraagbaar is van een situasie tot 'n nuwe situasie.

5.4 Die leerteorie van Van Parreren.

Van Parreren verwerp die behavioristiese-georiënteerde definisies aangaande leer. Die analise van voorwetenskaplike ervaring van leer, dit wil sê die fenomenologiese analise van die leergebeure, maak net so 'n belangrike deel uit van die leerpsigologie as die kwantitatiewe uitdrukking van die leerprestasie (Nel et al, 1978, p. 84). Die metode van eksperimentering gee nie insig in die aard van die psigologiese "prosesse" wat hulle tydens die leerloop afspeel nie.

Van Parreren wys daarop dat verskillende handelingstrukture tot dieselfde eindprestasie kan lei. Drie persone kan $13 \times 13 = 169$ op verskillende maniere uitwerk. Persoon A werk dit uit soos hy dit op laerskool geleer het, persoon B werk dit met hoofrekene uit waar $10 \times 13 = 130$ en $13 \times 3 = 39$ en $130 + 39 = 169$. Persoon C weet dat $13^2 = 169$ (Ibid., p. 85).

5.4.1. Die leerproses as kwalitatiewe ontwikkeling van die handelingstruktuur.

Die begrip "kwalitatiewe ontwikkeling van die handelingstruktuur" bring die leerpsigologie te staan voor vier opgawes naamlik:

- (a) Die leerresultaat moet ondersoek word.
- (b) Die verloop van die leergebeure, om moontlike stadia van ontwikkeling van die handelingstruktuur te identifiseer, moet bestudeer word.
- (c) Die voorwaardes waarvan die leerverloop afhang moet ondersoek word.
- (d) Die omstandighede wat die leerresultaat laat funksioneer moet bestudeer word.

Van Parreren onderskei tussen kognitiewe en nie-kognitiewe handelingstrukture. Die kognitiewe handelingstrukture is op kognitiewe "prosesse" soos weet, oordeel, oorweeg, kies, dink ensovoorts gebaseer, terwyl die nie-kognitiewe handelingstrukture se eindresultaat vergelyk kan word met die opsê van die alfabet of fietsry (Van Parreren, 1960, pp 19 - 29).

5.4.2. Leer as die vorming van outomatismes.

Om te leer skryf, lees, reken is enkele voorbeelde van die vorming van outomatismes. Wanneer 'n bepaalde rekenkunde bewerking soos byvoorbeeld die deling van gewone breuke aangeleer word, is dit vir die leerling noodsaaklik om 'n leerintensie te besit, voordat enige prestasie gelewer sal word. Die wiskunde onderwyser gee die nodige instruksie sodat die verlangde prestasie op die basis van 'n kognitiewe handelingstruktuur plaasvind. Kognitiewe "tussenprosesse" soos herinner, besluit, probeer ens. vind plaas voordat die rekenkundige bewerking as 'n outomatisme funksioneer (Nel et al., 1978, p.86). Van Parreren stel dit dan ook dat met die vorming van outomatismes die kognitiewe handelingstruktuur ontwikkel in 'n nie-kognitiewe handelingstruktuur. Die nie-kognitiewe handelingstruktuur vind nie vanuit die onbewuste plaas nie. Hy verklaar hierdie outomatisme of nie-kognitiewe handeling deur die begrip valensiewerking.

5.4.3. Die begrip "valensiewerking"

Indien die leerling 'n deelsom met breuke moet vereenvoudig roep dit hom tot 'n bepaalde aksie op. So het elke bewerking 'n valensie vir bepaalde aktiwiteite (Nel et al., 1978, p. 87). Hierdie valensiewerking onder-

skei hulle van intensionele of wilshandeling, tog speel die ingesteldheid van die leerling 'n belangrike rol ten opsigte van die oproep van valensiewerking. Die vermenigvuldigteken toon 'n valensie tot die produk bepaling van die bewerking. Wanneer die produk gesien word wek dit nie 'n valensie tot die betrokke produk bepaling nie. Valensievorming vind plaas op grond van die aanskoulikheid van die leerstof, dit wil sê dat onaanskoulike gegewens nie valensie besit nie (Odendaal, 1966, p. 52). Valensievorming vind dus plaas sonder die direkte intensioneel-aktief-gerigte kognitiewe handeling van die persoon (Strauss, 1978, p. 71). "Valenties zijn gebonden aan een waarnemingsobject, valentiehandelingen vinden altijd plaats als onmiddellijke reacties op het verschijnen van waarnemingsobjecten" (Van Parreren, 1960, p. 40).

5.4.4. Intensionele leer.

Die wiskundeleerling (mens) is intensioneel en hy toon dit onder andere deur sy bewegende op-die-wêreldgerigtheid omdat hy die enigste sedelike wese is, want hy alleen kan, wil, kies, besluit en handel, omdat hy 'n sedelike bewussyn en 'n gewete besit (Strauss, 1978, p. 69). "Intensionele leer is 'n gerigte, bewustelike instelling van die lewende persoon op die leerhandeling en die leerresultaat" (Ibid, p. 70).

Intensionele leer begin met 'n leerintensie wat gerig is op die kognitiewe verkenning van die leerobjek. Nadat die verskillende ordeningsprinsipes ontdek en beheer word, gaan dit dan oor in 'n nie-kognitiewe handelingstruktuur (outomatisme) (Odendaal, 1966, p. 51). Die begrip "intensie" wys op die psigiese proses wat binne in die persoon verloop, terwyl die begrip "valensie" die dinamiese invloede op die gedrag van die persoon aandui (Vorster, 1971, p. 12).

5.4.5. Onbewuste leer.

Net soos outomatisme lei onbewuste leer tot handelingstrukture. By onbewuste leer besit die leerling geen intensie nie. Die verstrekte gegewens is van so 'n aard dat die leerling nie 'n kognitiewe handelingstruktuur kan opbou wat aan die prestasie vereiste kan voldoen nie. Die leerling is van sy leer, of altans van die aard van die leergebeure, onbewus (Nel et al., 1978, p. 88).

By hiérdie leer is daar geen afgebakende tussenstadia nie: daar word selfs meestal nie 'n defnitiewe eindstadium bereik nie, en selde bereik so 'n persoon 'n volmaakte eindprestasie (Ibid, p. 89). By onbewuste leer tree valensievorming wel in 'n beperkte mate op, maar dan moet die leerobjekte 'n groot mate van aanskou-

likheid besit. Valensievorming moet hier selfstandig optree sonder die leiding van die leerintensie.

Strauss (1978, p. 78) stel dit dat intensionele leer vir Van Parreren 'n gerigte bewustelike instelling van die lerende persoon op die leerhandeling en die leer-resultaat is. Valensie moet deur die persoon bekragtig word en dat leer dus direk afhanklik is van die intensionele gerigtheid van die persoon.

5.5 Leer in Wiskunde.

Van Niekerk (1979, p. 13) maak die stelling dat die kind met leerprobleme dikwels ook probleme met Wiskunde het. Die kind kan 'n woordprobleem met begrip lees, maar hy kan die probleem nie verstaan nie, omdat hy nie abstrak of logies kan redeneer nie. Dit is duidelik dat daar 'n noue verband tussen leer en denke in Wiskunde bestaan. Vorster (1971, p. 23) beskou Wiskunde as die resultaat van suiwer denke wat uitgekristalliseer het oor 'n tydperk van baie jare.

Wiskunde besit in die eerste plek sy eie kompakte simboletaal wat aangeleer moet word. Begripsvorming, wat die mees fundamentele aspek van die leer in die Wiskunde is, is 'n langsame proses wat soms versnel word deur vroeë deurbreking van insig (Ibid, p. 31). Nadat

begrip en insig verkry is, moet voorsiening gemaak word vir vaardigheid in die toepassing van hierdie begrippe. Gereelde oefening in die basiese feite bevorder uiteindelik vaardigheid en insig (Strauss, 1978, p.200). Leer wat aanvanklik op insig berus, kan as gevolg van verskeie herhalings daarvan meganies verloop sodat outonome leer plaasvind (Vorster, 1971, p. 32). "Om begrippe in Wiskunde vir die leerling sinvol en duidelik te laat deurbreek, is bo en behalwe die onderrigmetodes, ook die volgende psigopedagogiese uitsprake naamlik: aanskou as kinderlike handeling, gewaarwording, waarnem, voorstel en fantaseer, dink, aktualisering van intelligensie en memoriseer as kinderlike sinswyses wat as leerwyses onderskei kan word, maar nie as geskeie gesien moet word nie, van kardinale belang in die didakties-pedagogiese situasie" (Strauss, 1978, p. 220).

Scott (1978, p.334) wys daarop dat verskeie studies die afgelope twee dekades onderneem is om die verband tussen intelligensie, leer en verstandsonwikkeling te probeer aandui. Hierdie studie is egter nog nie voldoende nie. "Without a scientific understanding of the learning and developmental process, the choice of independent variables for the intervention, i.e., the curriculum content, and how this relates to the dependent measure, i.e., the measure of outcome, can only be arbitrary, and a scientific technology of intervention is not possible" (Ibid,

p. 334). Die belangrikheid van leer in Wiskunde moet dus voortdurend deur die onderwyser in gedagte gehou word wanneer hy Wiskunde onderrig. Die spreektaal uitdrukking, dat Wiskunde nie geleer kan word nie, moet finaal die nek ingeslaan word deur die Wiskunde onderwyser.

5.6 Samevatting.

Verskeie beskouinge aangaande leer, met die klem op die leer in die Wiskunde, is in oënskou geneem. Uit die literatuurstudie het dit duidelik geblyk dat 'n eenvoudige siening van leer nie daargestel kan word nie.

Assosiasievorming vind wel plaas, maar dit is nie die enigste vorm van leer nie. Leer as die resultaat van assosiasies tussen stimuli en response, asook die versterking van hierdie S-R verbindings kan wel op Wiskunde toegepas word, die mens is egter verhewe bo hierdie soort leerwyse van dressering en kondisionering. Die meganiese kenmerke van leer soos voorgestel deur die SR-Sielkunde word verwerp deur die Gestaltteorie. Volgens die Gestaltteorie geskied leer deur insig. Die leerproses bestaan uit 'n progressiewe rangskikking waarin die leerder bewus is van die stygende of toenemende betekenisvolle verhoudings. Van Parreren verwerp die behavioristiese-georiënteerde definisies aangaande leer. Hy onderskei tussen drie vorme van leer naamlik inten-

sionele leer, outonome leer en onbewuste leer. Die leerproses word beskou as 'n kwalitatiewe ontwikkeling van handelingstrukture. Die kognitiewe leer gaan oor in nie-kognitiewe leer. Die nie-kognitiewe handelingstruktuur word ook 'n outomatisme genoem. Die leerstof speel 'n belangrike rol by die ontstaan van handelingstrukture. Aanvanklike leerstof besit 'n valensie wat die leerling roep tot handeling.

Leerprobleme in Wiskunde gee aanleiding tot swak prestasie deur die leerling. Dit is egter duidelik dat die opvoeder bo en behalwe onderrigmetodes, intelligensie van die leerling, verstandsonwikkeling en leerwyses, die totaliteit van die karakter van die leerling in gedagte sal hou met die aanbieding van Wiskunde.

HOOFSTUK VI6 AANVERWANTE NAVORSING6.1 Inleiding.

Verskeie navorsingsprojekte is onderneem om die moontlike verbande tussen verstandsvermoë en akademiese prestasie te ondersoek. Met hierdie studie word verstandsvermoë in verband gebring met prestasie in Wiskunde. Dit sal sinvol wees om op verskillende bevindinge en uitsprake rakende hierdie studieveld te let.

6.2 Intelligensie: Verbale- en Nie-Verbale-tellings

Met die meet van intelligensie is 'n verbale sowel as 'n nie-verbale telling verkry. Van der Merwe (1978) het met sy navorsing die moontlike betekenisverskille tussen verbale en nie-verbale intelligensietellings ondersoek.

Die hoofdoelstellings van hierdie ondersoek was om te bepaal of die spesifieke groep persone met laer verbale- as nie-verbale intellektuele vermoë, nie probleme met akademiese vordering ondervind nie. Alhoewel die meeste studies 'n beduidende verband tussen intellektuele vermoë en akademiese prestasie vind, is dit tog baie

laag. Wanneer daar tussen verbale en nie-verbale intellektuele vermoë onderskei word, het dit geblyk dat die verbale telling, beter as die nie-verbale telling en ook beter as die totaalstelling, met akademiese prestasie korreleer.

Uit sy navorsing blyk dit egter nie die geval te wees nie. Hy het gevind dat 'n snypunt van 10 punte geensins 'n statisties beduidende verskil tussen twee tellings is nie. "'n Verdere moontlikheid is dat die vermoedens omtrent moontlike afleidings wat gemaak kan word en dikwels ook gemaak word, ten opsigte van 'n verskil tussen die verbale en die nie-verbale telling op die N.S.A.G., blote spekulasies is en dat dit volgens hierdie ondersoek wil voorkom asof sulke afleidings ongegrond en foutief is" (Van der Merwe, 1978, p. 209).

6.3 Intelligensie: Wiskunde prestasie en denkvlakontwikkeling.

Die verbale en nie-verbale tellings wat verkry word deur die N.S.A.G. is deur verskeie navorsers in verband gebring met die leerling se akademiese prestasie in Wiskunde asook met die denkvlakontwikkeling van die leerling.

Die doel van du Toit (1975) se ondersoek was om 'n antwoord te probeer vind op die vraag waarom sekere

leerlinge, ten spyte van 'n bogemiddelde intellektuele vermoë dikwels probleme in Wiskunde ondervind.

'n Eksperimentele groep is saamgestel uit leerlinge met 'n I.K. telling van 108 plus wat in die Desember-eksamen (1973) binne die dertig persent swakste presteerders in Wiskunde in die betrokke skool geval het. 'n Kontrolegroep is saamgestel deur elk van die proefpersone in die eksperimentele groep af te paar met 'n leerling in dieselfde skool, van dieselfde geslag en met min of meer dieselfde I.K. en ouderdom, maar sonder leerprobleme in Wiskunde.

Hy het bevind dat die proefpersone wat leerprobleme in Wiskunde ondervind, op 'n laer denkvlak is as die proefpersone wat nie leerprobleme in Wiskunde ondervind nie. Daar was 'n duidelike kwalitatiewe verskil in die intellektuele vermoëns van die proefpersone, ten gunste van die kontrolegroep.

Konservasie van kontinue hoeveelhede en klassifikasie, differensieer die beste tussen leerlinge met leerprobleme in Wiskunde en leerlinge sonder leerprobleme. Denke ontwikkel met ouderdomstoename. Dit is dan ook in ooreenstemming met Piaget se kognitiewe ontwikkelingsteorie (Du Toit, 1975, p. 147).

Ander faktore as intellektuele vermoë en ouderdomstoename lewer 'n bydrae tot die denkontwikkeling van die kind. Sy navorsing het ook getoon dat dogters op 'n hoër denkvlak as seuns in dieselfde ouderdom is.

Venter (1978) se navorsing was ten doel om die invloed van denkvlak en ander faktore op die prestasie in Wiskunde te ondersoek. Die onafhanklike veranderlikes wat in hierdie ondersoek gebruik is, sluit die volgende in: verbale I.K., nie-verbale I.K., kreatiwiteit, denkvlak, ouderdom, sosio-ekonomiese status en mobiliteit. Die afhanklike veranderlike is die wiskundeprestasie van standerd ses-leerlinge. 'n Meervoudige regressie analise is gebruik om die gesamentlike en afsonderlike invloede van die onafhanklike veranderlikes te ontleed ten opsigte van die afhanklike veranderlike.

Venter (1978, p. 84) het twee wiskunde toetse self saamgestel. In die konkrete wiskunde toets is wiskunde probleme uit die sillabus gesoek wat net konkrete denke vereis (cf. par. 4.5.1.3) en in die formele wiskunde toets is probleme gesoek wat net formele denke vereis (cf. par. 4.5.1.4) volgens Piaget se denkhandelingsfasies.

Sy navorsing het bevind dat denkvlak net so 'n goeie voorspeller van die eksamenpunt en die formele wiskunde toetspunt is, as verbale I.K.. Daar is 'n beduidende

verband ($R = 0,0291$) gevind tussen denkvlak en die formele wiskunde toetspunt, terwyl die verband ($R = 0,0041$) tussen denkvlak en die konkrete wiskunde toetspunt nie beduidend was nie.

6.4 Intelligensie: Akademiese prestasie in die Primêre Skool

Volgens Steyn (1978, p. 190) wat 'n literatuurstudie van navorsingsbevindinge ten opsigte van intelligensie en akademiese prestasie gedoen het, het Stander (1971) die volgende korrelasie tussen die N.S.A.G.-tellings en gemiddelde akademiese prestasie van Standaard Drie, Standaard Vier en Standaard Vyf verkry (Tabel 6.1).

Tabel 6.1

	NV	V	T
Seuns	0,378	0,360	0,412
Dogters	0,466	0,553	0,546

6.5. Intelligensie: Onderrigmetodes in Wiskunde.

Steyn (1978) het 'n vergelykende studie onderneem waar

die hedendaagse onderrigmetodes in Wiskunde en die verstandsfaktore van die wiskundeleerling betrek word. Op grond van die navorsingsresultate beveel Steyn (1978, p. 283) die volgende aan:

- (i) Met die huidige gedifferensieerde onderwys behoort 'n leerling met N.S.A.G.-tellings van 109 en laer nie maklik toegelaat te word tot die hoër graad wiskundekursus nie. Dié leerlinge word aanbeveel tot die huidige standaardgraad kursus.
- (ii) Die leerlinge waarvan die N.S.A.G.-tellings in die 109 en hoër groep val, behoort die huidige hoërgraad kursus te neem.

Met dié navorsing is gevind dat die nuwe bedeling se wiskundeprestasie beter korreleer met die nie-verbale komponent van die N.S.A.G. as wat die geval was met die ou bedeling. "Die vermoë van die leerling tot abstrahering, veralgemening en toepassing by probleme van 'n figuurlike en simboliese aard (die sub-toetse van die N.S.A.G. se nie-verbale komponent) korreleer dus onder die nuwe bedeling beter met sy wiskundeprestasies as sy vermoë tot abstrahering, veralgemening en toepassing by probleme waarin die taal 'n groter rol speel (verbale sub-toetse van die N.S.A.G.)" (Ibid, p. 285).

6.6 Intelligensie: Prestasie in die verskillende afdelings van Wiskunde.

Pretorius (1978) het 'n empiriese studie onderneem om die intellektuele vermoëns van leerlinge en hul prestasies in die verskillende afdelings van Wiskunde hoërgraad in die senior sekondêre skoolfase te ondersoek. Uit dié empiriese ondersoek het dit geblyk dat die I.K.-syfer 'n belangrike variant van prestasie in Wiskunde verklaar. "Alhoewel die I.K.-syfer die belangrikste variant is wat akademiese prestasie verklaar, verklaar dit maar ongeveer 18% van die variasie van prestasie in Wiskunde" (Pretorius, 1978, p. 278). Volgens hom moet onderwysers dus waak daarteen om oordrewe waarde aan die I.K.-syfer te heg.

Dit het ook verder uit die empiriese ondersoek geblyk dat die leerlinge in Trigonometrie en Vektoralgebra swakker vaar as in meetkunde en algebra. Pretorius (1978, p.277) dui verder aan dat grondbegrippe goed gevestig moet word en hy is verder daarvan oortuig dat drillwerk en die inoefening van vaardighede, steeds 'n uiters belangrike plek moet inneem in die onderrigssituasie. Hy stel dit ook dat insig en begrip alleen verwezenlik kan word indien leerlinge volkome meester is van die betrokke teorie en die toepaslike tegnieke.

6.7 Samevatting

Uit die werk van die navorsers blyk dit duidelik dat verklarings en oplossings gesoek word om die leerling te help. Intelligensie tellings en die verband daarvan met prestasie in Wiskunde is deur verskeie navorsers ondersoek. Alhoewel verskeie empiriese navorsingsresultate 'n beter korrelasie tussen verbale telling en akademiese prestasie aantoon as die nie-verbale telling moet dit nie lei tot allerlei spekulasies nie.

Uit aanverwante navorsing is daar 'n beduidende korrelasie gevind tussen akademiese prestasie en denkvlak ontwikkeling. 'n Laer denkvlak toon 'n beduidende verband met leerprobleme in Wiskunde. Denke ontwikkel met ouderdomstoename. Daar is uit vorige navorsing 'n beduidende verband gevind tussen denkvlak en 'n formele wiskunde toetspunt.

Alhoewel daar verskillende korrelasies gevind word tussen intelligensie tellings en wiskunde prestasie verklaar dit ongeveer 18% van die variasie van prestasie in Wiskunde. Vele ander faktore verklaar die res van die variasie. Nogtans moet die wiskunde onderwyser alle moontlike hulpmiddels tot sy beskikking aanwend tot beter onderrig van Wiskunde.

AFDELING BEMPIRIESE NAVORSINGHOOFSTUK VII7 METODE VAN ONDERSOEK7.1 Steekproef

Gedurende die vierde kwartaal van 1976 het standerd vier-leerlinge die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde afgelê. Met die versameling van die gegewens bevind hierdie groep leerlinge hulle in Standerd Agt. Die steekproef bestaan uit al die standerd agt leerlinge van sewe Bloemfonteinse Sekondêre Skole. Leerlinge wat nie die Rekenkunde toets afgelê het en/of van wie die I.K. nie beskikbaar was nie, is uitgelaat. Leerlinge wat die Praktiese kursus volg en /of wat gedruip het, word ook nie by die steekproef ingesluit nie. Die steekproef wat op hierdie wyse verkry is, bestaan uit honderd-en-vyftig leerlinge waarvan ses-en-tagtig seuns en vier-en-sestig dogters is. Die waarskynlike insluiting van leerlinge uit ander sentra, behalwe Bloemfontein, word moontlik gemaak deurdad drie van die skole wat by die ondersoek betrokke was, wel koshuise besit.

7.2 Meetinstrumente

7.2.1 Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier.

Die stanege punte van hierdie toets word in die ondersoek gebruik (cf. p. 37). Die stanege punte is bepaal van die leerlinge se meganiese bewerkinge (subtoets een) veranderlike R1, begrip van leerstof (subtoets twee) veranderlike R2, toepassing van begrippe en bewerkinge (subtoets drie) veranderlike R3 en die totaal van die drie subtoetse, veranderlike RT. Die betroubaarheidskoëffisiënt is bepaal deur die Kuder-Richardsonformules 20 en 21. Dit word aangegee as: R1 (0,79); R2 (0,81); R3 (0,75) en RT (0,91) (Handleiding, 1133 PS, 1974, p. 56). Omdat die betroubaarheidskoëffisiënte tussen 0,70 en 0,95 voorkom, word dit aanvaar dat die toets met 'n bevredigende mate van konstantheid meet.

7.2.2 Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets.

Die verbale, nie-verbale en totaaltellings van hierdie toets word gebruik (cf. pp. 15 - 18). Die verbale telling is veranderlike V, die nie-verbale telling is NV en die totaalstelling is I.K. Die betroubaarheidskoëffisiënte is V (0,85); NV (0,82) en I.K. (0,91).

Die betroubaarheid is bereken volgens die Kuder-Richardsonformule 21. Die toets word as geldig en betroubaar aanvaar.

7.2.3 Akademie se prestasie in die skoolvak Wiskunde.

Die akademiese prestasie van die leerlinge kon vir vier jaar gevolg word. Die eindeksamenpunt is verkry vanaf die leerlinge se kumulatiewe verslagkaarte. Die eksamenpunte word as betroubaar aanvaar. Die geldigheid van die eksamen rus op die feit dat die eksamenpunte gebruik word om leerlinge te bevorder.

7.3 Statistiese Tegnieke.

Die empiriese ondersoek geskied hoofsaaklik met die gebruikmaking van die produkmoment korrelasiekoëffisiënt van Pearson, asook 'n meervoudige regressie analise op die verskeie veranderlikes.

7.3.1 Pearson-korrelasiekoëffisiënt

Die volgende veranderlikes word gebruik by die navorsing.

7.3.1.1 Veranderlikes.

R1 Meganiese bewerkinge (subtoets een) Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier.

R2 Begrip van leerstof (subtoets twee) Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier.

R3 Toepassing van bewerkinge en leerstof (subtoets drie) Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier.

RT Totaaltelling Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier.

V N.S.A.G.; Verbale telling.

NV N.S.A.G.; Nie-Verbale telling.

I.K. N.S.A.G.; Intelligensie Koëffisiënt; tootaaltelling

St. 4 Akademiese punt Wiskunde Standaard Vier.

St. 5 Akademiese punt Wiskunde Standaard Vyf.

St. 6 Akademiese punt Wiskunde Standerd Ses.

St. 7 Akademiese punt Wiskunde Standerd Sewe.

7.3.1.2 Korrelasie koëffisiënt (r)

Die waarde van r word bereken deur die volgende formule:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

WAAR

$$S_{xy} = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n - 1}$$

n = aantal gevalle

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma(y - \bar{y})^2}{n - 1}}$$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{n}$$

(Hopkins and Glass, 1978, p. 120)

7.3.1.3 t-waardes

Die statistiese beduidendheid van r word getoets met die kritieke t -waardes op 'n 5% betekenispeil. Die toetsstatistiek t word gegee deur:

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}}$$

(Hopkins and Glass, 1978, p. 284)

Die beslissing word nou gemaak dat indien:

$$t > t_{n - 2; 1 - \alpha/2}$$

OF

$$t < -t_{n - 2; 1 - \alpha/2}$$

word die nulhipotese verwerp waar die nulhipotese

gegee word deur H_0 : geen beduidende korrelasie.
 Dit beteken dat die besondere korrelasie koëffisiënt wat getoets word betekenisvol is. Indien

$$-t_{n-2; 1-\alpha/2} < t < t_{n-2; 1-\alpha/2}$$

dan word die nulhipotese aanvaar, wat beteken dat daar geen beduidende korrelasie is nie.

7.3.2 Meervoudige regressie analise.

Die gesamentlike en afsonderlike invloed van die onafhanklike veranderlikes op die afhanklike veranderlikes word bepaal deur gebruik te maak van 'n meervoudige regressie analise. Die meervoudige regressie analises is op 'n Univac 1100 Rekenaar uitgevoer met behulp van 'n standaard programmpakket. Die programmpakket stel onder andere die volgende beskikbaar.

7.3.2.1 Korrelasiematriks

Die korrelasiematriks toon die verband aan tussen al die veranderlikes onderling.

7.3.2.2 Meervoudige korrelasiekoëffisiënt (R)

Die R-waarde gee die maksimum korrelasie tussen die afhanklike veranderlike en meer as een van die onafhanklike veranderlikes (bepalende veranderlikes).

7.3.2.3 R^2 -waarde.

Die waarde van R^2 gee die persentasie variasie aan wat in die afhanklike veranderlike verklaar word deur die onafhanklike veranderlikes.

7.3.2.4 F-waarde.

Die F-waarde is die toetsstatistiek wat gebruik word om te bepaal of daar wel 'n beduidende regressie tussen die afhanklike veranderlikes en die onafhanklike veranderlikes bestaan (Kleinbaum and Kupper, 1978, p. 140). Die F-waarde word vergelyk met die kritieke waarde uit die statistiese tabelle van die F-verdeling soos gegee deur D.B. Owen, Handbook of Statistical Tables (1962, p. 84). Indien $F > F$ (kritieke waarde) is daar 'n beduidende regressie.

7.3.2.5 Standaardafwyking (s)

Die standaardafwyking (s) is die maat van spreiding van tellings om die rekenkundige gemiddelde van die steekproef (Van der Walt, 1970, p. 317). Die standaardafwyking word gegee deur:

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n - 1}}$$

(Hopkins and Glass, 1978, p. 80)

WAAR

x = afwykingstelling (x - \bar{x})

n = grootte van steekproef

7.3.2.6 Regressie vergelyking Y

Nadat alle onafhanklike veranderlikes by die regressie analise betrek is, word 'n regressie vergelyking gegee. Die onafhanklike veranderlikes wat in die regressie vergelyking verskyn, verklaar gesamentlik 'n sekere persentasie variasie in die afhanklike veranderlike.

HOOFSTUK VIII8 RESULTATE EN INTERPRETASIES

Die eksperimentele gegewens is versamel en verwerk met behulp van die meetinstrumente en op die wyse soos in Hoofstuk Sewe uiteengesit.

8.1 Gemiddeldes en standaardafwykings

In Tabel 8.1 word die gemiddeldes en standaardafwykings van die verskillende veranderlikes aangedui.

TABEL 8.1

Veranderlike	\bar{x}	s
V	108.1333	11.3171
NV	106.6933	11.3599
I.K.	107.9133	11.5043
R1	4.8200	1.7343
R2	4.9267	1.3762
R3	5.2067	2.1591
RT	4.8333	1.7122
St. 4	74.2733	15.6153
St. 5	68.8533	17.5022
St. 6	57.7400	17.5933
St. 7	58.8600	18.5074

8.1.1 Gemiddeldes \bar{X}

Die rekenkundige gemiddelde (\bar{X}) is van elke veranderlike bepaal. Uit Tabel 8.1 is dit duidelik dat die steekproef se gemiddelde I.K., verbale I.K. en nie-verbale I.K. min verskil. Die gemiddelde stanegepunt van R1, R2, R3 en RT wissel tussen 4,82 en 5,20 wat 'n stanegepuntverskil van 0,38 verteenwoordig. Die gemiddelde prestasie in die skoolvak Wiskunde het met 16,53 persent afgeneem van Standerd Vier na Standerd Ses (74,27% in Standerd Vier na 57,74% in Standerd Ses).

8.1.2 Standaardafwyking (s)

Die Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets (N.S.A.G.) se standaardafwyking is 15 met 'n rekenkundige gemiddelde van 100 (Van der Walt, 1970, p. 56). Die verskil tussen die standaardafwyking van die steekproef (11,5) en die standaardafwyking van die N.S.A.G. (15) kan toegeskryf word aan die relatiewe klein steekproef.

Die waarde van die standaardafwykings (s) van die akademiese prestasie in die skoolvak Wiskunde word groter van die senior primêre fase na die junior sekondêre fase. (Vergelyk Tabel 8.1). Hierdie dui op 'n groter spreiding vir elke standerd.

Tabel 8.2 bevat die standaardafwykings soos gegee deur

die Handleiding vir die Gestandaardiseerde Skolastiese Prestasietoetse in Rekenkunde (Handleiding 1133 PS, 1974, p. 56) asook die standaardafwykings van die steekproef van hierdie navorsing.

TABEL 8.2

Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir St.4 Subtoetse	Normgroep R.G.N.		Steekproef van Navorsing
	Getal items	s Routelling	s Routelling
R1	20	4,55	3,85
R2	20	4,66	3,06
R3	20	4,15	4,79
RT	60	11,94	11,41

Volgens Tabel 8.2 is daar nie 'n beduidende verskil in standaardafwykings tussen die steekproef van hierdie navorsing en die normgroep nie. Dié standaardafwyking by die relatiewe klein steekproef is aanvaarbaar.

8.2 Korrelasiematriks

Die liniêre verband tussen die veranderlikes is bereken deur die produkmoment korrelasiekoëffisiënt van Pearson (vergelyk par. 7.3.1.2).

Tabel 8.3 toon die verband aan tussen al die veranderlikes.

TABEL 8.3KORRELASIEMATRIKS

	V	NV	I.K.	R1	R2	R3	RT	St. 4	St. 5	St. 6
R1	0,4898	0,5153	0,5522							
R2	0,5918	0,4849	0,5956	0,6102						
R3	0,5429	0,5619	0,6238	0,5763	0,5630					
RT	0,6401	0,6294	0,7096	0,8238	0,8093	0,8462				
St. 4	0,3226	0,3891	0,3938	0,4154	0,4868	0,3892	0,5127			
St. 5	0,3578	0,4021	0,4166	0,5275	0,4297	0,4041	0,5292	0,7302		
St. 6	0,3496	0,3938	0,4139	0,3983	0,4676	0,3851	0,4958	0,6501	0,6900	
St. 7	0,3681	0,3802	0,4285	0,5217	0,4794	0,4407	0,5450	0,4961	0,6148	0,7511

8.2.1 t -waardes (toetsstatistiekwaardes)

Die statistiese beduidendheid van r word getoets deur die t -waarde vir elke r te bereken (vergelyk par 7.3.1.3)

Tabel 8.4 dui die t-waardes aan.

TABEL 8.4

t -WAARDES

	V	NV	I.K.	R1	R2	R3	RT	St. 4	St. 5	St. 6
R1	6,836	7,315	8,059							
R2	8,933	6,746	9,021	9,372						
R3	7,866	8,264	9,710	8,581	8,288					
RT	10,138	9,856	12,254	17,681	16,765	19,326				
St. 4	4,147	5,140	5,212	5,556	6,781	5,141	7,266			
St. 5	4,662	5,343	5,576	7,555	5,790	5,375	7,589	13,004		
St. 6	4,540	5,212	5,533	5,284	6,437	5,078	6,946	10,409	11,599	
St. 7	4,817	5,002	5,771	7,440	6,646	5,974	7,909	6,951	9,486	13,844

Die kritieke waarde van t op 'n 95% betroubaarheidspeil en 148 grade van vryheid, word gegee deur 1,976 (Owen, 1962, p. 30). Aangesien al die toetsstatistiekwaardes in Tabel 8.4 groter as hierdie kritieke waarde is, is al die korrelasiekoëffisiënte in Tabel 8.3 betekenisvol. Die nulhipotese soos gestel in paragraaf 7.3.1.3 (cf. p. 97) word dus verwerp. Die verband tussen al die veranderlikes in Tabel 8.3 is beduidend.

8.2.2 Interpretasie van die korrelasiematriks

8.2.2.1 Korrelasie: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier - Totaaltellings en subtoetse

Die korrelasiematriks (Tabel 8.3) toon aan dat die grootste r -waarde aangetref word tussen die drie subtoetse onderling en die totaalstelling van die toets. Die hoogste korrelasie tussen alle veranderlikes (naamlik 0,85) word gevind tussen die totaalstelling (RT) en subtoets drie (R3). Subtoets een (R1) en subtoets twee (R2) korreleer ook meer as 0,80 met die totaalstelling. Die totaalstelling word aanvaar as 'n goeie verteenwoordiger

van al drie die subtoetse.

8.2.2.2 Korrelasie: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier - Totaaltelling en I.K.-telling

Die steekproef het 'n hoë korrelasie tussen die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier en I.K.-telling aangetoon (0,71). Van die subtoetse toon subtoets drie (R3) die hoogste korrelasie met I.K. naamlik 0,62. Verbale I.K.-telling toon die hoogste korrelasie met die totaal-telling (RT) van die Rekenkunde Prestasietoets naamlik 0,64, terwyl die nie-verbale I.K.-telling 'n korrelasie toon van 0,63. Hierdie r-waarde van die nie-verbale en verbale telling in verband met die subtoetse van die Prestasietoets dui nie op groot verskille nie. Die indeling van die Skolastiese Prestasietoets in meganiese bewerkinge, begrip van leerstof en die toepassing van begrippe en bewerkinge kan 'n moontlike bydraende faktor lewer tot dié korrelasie bevinding. Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde het volgens dié korrelasie 'n beroep op die proefpersone se verbale sowel as nie-verbale vermoëns gedoen. As

in gedagte gehou word dat die steekproefpersone se verbale en nie-verbale tellings se gemiddeldes min verskil, behoort die r-waarde, soos gevind, ook nie veel te verskil nie.

8.2.2.3 Korrelasie: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier - Akademiese Prestasie in Wiskunde.

Met die interpretasie van die gegewens sal die totaalstelling van die Prestasietoets as verteenwoordigend van die drie subtoetse 'n sinvolle bydrae kan lewer. Hierdie telling (RT) word nou in verband gebring met die akademiese prestasies in Wiskunde van die leerlinge vanaf Standerds Vier tot Sewe.

Die r-waarde van die totaalstelling (RT) met die akademiese wiskunde prestasie vermeerder van Standerd Vier (0,51) na Standerd Sewe (0,55) met die uitsondering van Standerd Ses (0,50). Die relatiewe laer r-waarde van Standerd Ses Wiskunde met die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier (0,50) kan moontlik toegeskryf word aan die oorgangsfase wat die wiskunde leerling deurgaan van Primêre Skool na Sekondêre Skool. So 'n oorgangstadia kan moontlik ander onafhanklike

veranderlikes soos nuwe omgewing, ander onderrigmetodes, vrees vir die onbekende ensovoorts tydelik betrek by wiskunde prestasie. 'n Gemiddelde korrelasie van 0,52 is verkry tussen RT en die leerlinge se wiskunde akademiese prestasie vanaf Standerd Vier tot Standerd Sewe.

Wat die korrelasie tussen die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier se subtoetse en die leerlinge se akademiese prestasie in Wiskunde betref, is die volgende koëffisiënte verkry: 0,47 (R1); 0,47 (R2) en 0,41 (R3).

8.2.2.4 Korrelasie: I.K.-telling en Akademiese Prestasie in Wiskunde

Die korrelasie tussen die standerd vier-leerlinge se I.K.-telling en hul wiskunde akademiese prestasie lewer 'n r-waarde van 0,39. Die r-waarde van I.K.-tellings en die wiskunde akademiese prestasie in Standerds Vyf tot Sewe is 0,42; 0,41 en 0,43 respektiewelik. Die r-waardes het vir al die Standerds vanaf Vier tot Sewe redelik konstant gebly. 'n Gemiddelde r-waarde 0,42 met betrekking

tot I.K. en wiskunde akademiese prestasie is deur die korrelasie verkry. Alhoewel die korrelasie beduidend is, is dit nie hoog nie. 'n Gemiddelde r -waarde van 0,39 is verkry tussen nie-verbale I.K. en wiskunde akademiese prestasie van die leerlinge, 'n laer r -waarde van 0,35 is verkry tussen verbale I.K. en wiskunde akademiese prestasie van die leerlinge.

8.2.2.5 Korrelasie: Wiskunde Akademiese Prestasies onderling

'n Hoë korrelasie van 0,73 word aangetref tussen die wiskunde prestasie in Standerd Vier en Standerd Vyf. 'n Afname in die r -waarde word aangetref tussen Standerd Vyf en Standerd Ses (r -waarde 0,69), terwyl die r -waarde tussen Standerd Ses en Standerd Sewe die hoogste is naamlik 0,75. 'n Gemiddelde korrelasie van 0,72 word aangetref tussen die opeenvolgende standerds. Die korrelasie onderskryf die bruikbaarheid van die wiskunde eksamentpunte as 'n meetmiddel om leerlinge te bevorder.

8.3 Meervoudige Regressie Analise

Die invloed van die onafhanklike veranderlikes op die afhanklike veranderlike word nou deur 'n meervoudige regressie analise bepaal. Die steekproef se akademiese prestasie in Wiskunde, soos behaal in die verskillende standerds, bly met die hele ondersoek die afhanklike veranderlike. 'n Meervoudige regressie analise met die akademiese prestasie in Wiskunde, van die onderskeie standerds, word deurgaans as die afhanklike veranderlike in verband gebring met :

- (i) Prestasie in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier.
- (ii) I.K.-telling asook die verbale en nie-verbale tellings.
- (iii) Al die bogenoemde onafhanklike veranderlikes saam.

'n Meervoudige regressie analise van die akademiese prestasie in Wiskunde eerstens op die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier as onafhanklike veranderlike, tweedens op I.K. as onafhanklike

veranderlike en derdens op alle onafhanklike veranderlikes saam, is bepaal.

8.3.1 Regressie Analise:

Afhanklike veranderlike:

Standerd Vier Wiskunde Akademiese Prestasie.

Onafhanklike veranderlikes:

- (i) Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier (R1; R2; R3; RT);
- (ii) Intelligensie Kwosiënt (V; NV; I.K.)
- (iii) Alle onafhanklike veranderlikes.

TABEL 8.5

Afhanklike veranderlike: Standard Vier Wiskun-
de Akademie se Prestasie verklaar deur:

Onafhanklike Veranderlikes in Regressie	(i)		(ii)		(iii)	
	Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir St. 4		Intelligensie Tellings		Alle Onafhanklike Veranderlikes	
	R	R ²	R	R ²	R	R ²
RT	0,5127	0,2629				
RT + R2	0,5271	0,2779				
RT + R2 + R3	0,5286	0,2794				
RT + R2 + R3 + R1	0,5288	0,2796				
I.K.			0,3938	0,1551		
I.K. + NV			0,4056	0,1645		
I.K. + NV + V			0,4061	0,1649		
RT					0,5127	0,2629
RT + R2					0,5271	0,2779
RT + R2 + NV					0,5351	0,2864
RT + R2 + NV + V					0,5387	0,2902
RT + R2 + NV + V + R3					0,5403	0,2919
RT + R2 + NV + V + R3 + R1					0,5405	0,2922
RT + R2 + NV + V + R3 + R1 + I.K.					0,5406	0,2922

R^2 is die meervoudige korrelasiekoëffisiënt tussen die afhanklike veranderlike en twee of meer onafhanklike veranderlikes.

$100 R^2$ is die persentasie variasie verklaar in die afhanklike veranderlike deur die onafhanklike veranderlikes.

8.3.1.1 Wiskunde Akademiese Prestasie Standaard Vier soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier.

Die F -waarde is beduidend op die 95% betroubaarsheidspeil, wat op 'n beduidende korrelasie tussen Wiskunde akademiese prestasie en die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier dui. Die korrelasie tussen RT en Wiskunde akademiese prestasie in Standaard Vier is 0,51. Die persentasie variasie in Wiskunde Standaard Vier verklaar deur RT , is 26%. Wanneer al die onafhanklike veranderlikes in die analise gevoeg word, is die R -waarde 0,53 en hulle lewer 'n persentasie variasie bydrae van 28%. Hierdie variasie is beduidend, maar is laag. Onafhanklike veranderlikes wat nie by die regressie ingesluit is nie lewer dan 'n

variasie bydrae van 72%. Sonder 'n ondersoek kan daar dalk verwag word dat die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier 'n hoër persentasie variasie verklaring in die afhanklike veranderlike sou lewer, aangesien die Skolastiese Prestasietoets in die Standerd Vier jaar geskryf word en direk op die leerplan daarvan gebaseer is. Die lae persentasie variasie dui op die belangrikheid van ander faktore wat bydra tot Wiskunde akademiese prestasie. Die Biografiese faktore en denkvlak ontwikkeling kan wel van hierdie ander onafhanklike faktore wees wat bydra tot Wiskunde akademiese prestasie van standerd vier-leerlinge (Vergelyk Hoofstuk Vyf).

8.3.1.2 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vier soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike : Intelligensie Kwosiënt

Die F -waarde is beduidend op die 95% betroubaarsheidspeil. Die I.K. totaalstelling in verband met Wiskunde akademiese prestasie Standerd Vier gee 'n korrelasie van 0,39. Die persentasie variasie verklaring van die onafhanklike veranderlike I.K. in die akademiese wiskunde prestasie vir Standerd Vier is 16%. Met die onafhanklike veranderlikes

(NV; V) bygevoeg word 'n variasie persentasie bydrae van 16,5% en 'n maksimum korrelasie van 0,41 verkry.

Albei hierdie lae waardes is beduidend, maar dui weer op die belangrikheid om nie net intelligensie as 'n voorspeller tot akademiese prestasie te gebruik nie.

8.3.1.3 Wiskunde Akademiese Prestasie Standaard Vier soos verklaar deur die onafhanklike veranderlikes saam.

Die F -waarde is beduidend op die 95% betroubaardheidspeil. Die onafhanklike veranderlike RT gee die hoogste korrelasie van al die onafhanklike veranderlikes naamlik 0,51. Met al die onafhanklike veranderlikes in die analise, is die R -waarde 0,54, en hulle lewer saam 'n persentasie variasie verklaring van 29%. Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier alleen lewer 'n persentasie variasie verklaring van 28%. Met I.K. by die analise gevoeg word die persentasie variasie verklaring verhoog na 29%. In terme van al sewe die onafhanklike veranderlikes as voorspellers is die volgende meervoudige regressie vergelyking verkry.

$$\hat{y} = 41 + 3,91 (RT) + 2,22 (R2) + 0,18 (NV) - 0,15 (V) - 0,75 (R3) - 0,30 (R1) + 0,06 (I.K.)$$

8.3.1.4 Die Regressievergelyking

Indien die onderwyser 'n leerling se I.K.-telling sowel as sy tellings van sy prestasie in die Sko-lastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier besit, kan 'n voorspelling van sy akademiese prestasie in Wiskunde vir die einde van Standerd Vier bereken word deur die bovermelde regressievergelyking.

Leerling A dien nou verder as 'n voorbeeld:

Leerling A se prestasie tellings:

V = 114; NV = 108; I.K. = 112; R1 = 5; R2 = 4;

R3 = 6; RT = 5

Die leerling se akademiese prestasie in Wiskunde vir Standerd Vier word nou bereken deur:

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 41 + 3,91 (RT) + 2,22 (R2) + 0,18 (NV) - \\ (\text{leerling A}) & 0,15 (V) - 0,75 (R3) - 0,30 (R1) + 0,06 (I.K.) \\ &= 41 + 3.91 (5) + 2.22 (4) + 0,18 (108) - 0,15 \\ & (114) - 0,75 (6) - 0,30 (5) + 0,06 (112) \end{aligned}$$

$$= 41 + 19,55 + 8,88 + 19,44 - 17,1 - 4,5 - 1,5 + 6,72$$

$$= 72,49\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Standaard Vier)}$$

Wanneer die onderwyser slegs oor die leerling se I.K.-tellings beskik, kan die volgende regressie vergelyking gebruik word:

$$\hat{y} = 10,57 + 0,18 (I.K.) + 0,33 (NV) + 0,09 (V)$$

$$\hat{y} = 76,63\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Standaard (leerling A) Vier)}$$

Indien die onderwyser slegs oor leerling A se prestasie in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier beskik, kan die volgende regressie vergelyking gebruik word:

$$\hat{y} = 48,48 + 4,38 (RT) + 1,92 (R2) - 0,70 (R3) - 0,25 (R1)$$

$$\hat{y} = 72,61\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Standaard Vier)}$$

Hierdie vergelykings se voorspellingswaarde is nie waterdig nie, as gevolg van die lae persentasie variasie verklaring van die onafhanklike verander-

likes, daarom kan dit slegs as 'n aanduiding of riglyn gebruik word.

8.3.2 Regressie Analise:

Afhanklike veranderlikes: Standerd Vyf Wiskunde
 Akademiese Presta-
 sie

Onafhanklike veranderlikes: (i) Skolastiese Pres-
 tasietoets in
 Rekenkunde vir
 Standerd Vier.
 (R1, R2, R3, RT)

(ii) Intelligensie
 Kwosiënt (V; NV;
 I.K.)

(iii) Alle onafhank-
 like veranderlikes

TABEL 8.6

Afhanklike veranderlike: Standaard Vyf Wiskun-
de Akademiese Prestasie verklaar deur:

Onafhanklike Veranderlikes in Regressie	(i)		(ii)		(iii)	
	Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir St. 4		Intelligensie Tellings		Alle Onafhanklike Veranderlikes	
	R	R ²	R	R ²	R	R ²
RT	0,5292	0,2801				
RT + R1	0,5533	0,3062				
RT + R1 + R2	0,5541	0,3071				
I.K.			0,4166	0,1736		
I.K. + NV			0,4250	0,1806		
I.K. + NV + V			0,4283	0,1834		
RT					0,5292	0,2801
RT + R1					0,5533	0,3062
RT + R1 + NV					0,5606	0,3141
RT + R1 + NV + R2					0,5617	0,3151
RT + R1 + NV + R2 + R3					0,5618	0,3151

8.3.2.1 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vyf soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier.

Die onafhanklike veranderlike RT in verband met wiskunde akademiese prestasie in Standerd Vyf gee 'n beduidende korrelasie van 0,53. Die persentasie variasie verklaring van RT tot die wiskunde akademiese prestasie in Standerd Vyf beloop 28%. Wanneer RT, R1, R2 en R3 saam in die analise gevoeg word, word RT, R1 en R2 in die regressie vergelyking ingesluit met R3 as voorspeller uitgelaat, omdat die insluiting van R3 die persentasie variasie verklaring nie beïnvloed nie. 'n Korrelasie van 0,55 word verkry en 'n persentasie verklaring van 31%. 'n Persentasie variasie verskil soos verklaar deur die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier van drie persent word gevind tussen Standerd Vier (28%) en Standerd Vyf (31%) se Wiskunde akademiese prestasie. Die regressie vergelyking word gegee deur:

$$\hat{y} = 39.18 + 2,50 (RT) + 2,97 (R1) + 0,66 (R2)$$

$$\hat{y} = 69,17\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Standerd Vyf) (leerling A)}$$

8.3.2.2 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vyf
soos verklaar deur die onafhanklike verander-
like: Intelligensie Kwosiënt

Die I.K. totaalstelling in verband met Wiskunde akademiese prestasie Standerd Vyf, gee 'n korrelasie van 0,42. Die persentasie variasie verklarings van die onafhanklike veranderlike I.K. in die akademiese Wiskunde prestasie Standerd Vyf is 17%. Met die onafhanklike veranderlikes (V en NV) bygevoeg word 'n variasie persentasie verklarings van 18% en 'n korrelasie van 0,43 verkry. Die regressie vergelyking is as volg:

$$\hat{y} = -9,77 + 0,02 (I.K.) + 0,44 (NV) + 0,27 (V)$$

$$\hat{y} = 70,77\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Standerd Vyf)}$$

(leerling A)

8.3.2.3 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Vyf
soos verklaar deur al die onafhanklike ver-
anderlikes saam

Net soos in Standerd Vier gee die onafhanklike veranderlike RT van al die onafhanklike veranderlikes die grootste korrelasie van 0,53 met die

Wiskunde akademiese prestasie in Standaard Vyf. Wanneer die voorspellende onafhanklike veranderlikes in die regressie analise gebruik word is die persentasie verklarings 32%. Die meervoudige korrelasie koëffisiënt is dan 0,56. Die totaal-telling I.K. is as voorspeller uitgelaat, omdat dit nie tot 'n verdere verhoogde persentasie variasie verklarings lei nie. Waar die I.K.-tellings alleen 'n persentasie variasie verklarings van 18% gelewer het, is 'n persentasie variasie verhoging van 14% na 32% aangetref wanneer die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier by die analise gevoeg word. Die regressie vergelyking wat verkry is, is as volg:

$$\hat{y} = 23,42 + 1,99 (RT) + 2,89 (R1) + 0,18 (NV) \\ + 0,66 (R2) - 0,18 (R3)$$

$$\hat{y} = 68,82\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Stan-} \\ \text{(leerling A) derd Vyf)}$$

8.3.3 Regressie Analise:Afhanklike veranderlike:Standerd Ses Wiskunde
Akademiese Prestasie.Onafhanklike veranderlike:

- (i) Skolastiese
Prestasietoets in
Rekenkunde vir
Standerd Vier.
(R1; R2; R3; RT)
- (ii) Intelligensie
Kwosiënt (V; NV; I.K.).
- (iii) Alle onafhanklike
veranderlikes.

TABEL 8.7

Afhanklike veranderlike: Standard Ses Wiskunde

Akademiese Prestasie verklaar deur:

Onafhanklike Veranderlikes in Regressie	(i)		(ii)		(iii)	
	Skolastiese Prestasie- toets in Rekenkunde vir St.4		Intelligensie Tellings		Alle onafhanklike veranderlikes	
	R	² R	R	² R	R	² R
RT	0,4958	0,2458				
RT + R2	0,5085	0,2586				
RT + R2 + R3	0,5090	0,2591				
RT + R2 + R3 + R1	0,5091	0,2592				
I.K			0,4139	0,1713		
I.K. + NV			0,4201	0,1765		
I.K. + NV + V			0,4207	0,1769		
RT					0,4958	0,2458
RT + R2					0,5085	0,2586
RT + R2 + NV					0,5205	0,2710
RT + R2 + NV + R3					0,5213	0,2718
RT + R2 + NV + R3 + R1					0,5215	0,2720
RT + R2 + NV + R3 + R1 + V					0,5217	0,2721
RT + R2 + NV + R3 + R1 + V + I.K.					0,5221	0,2726

8.3.3.1 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Ses
soos verklaar deur die onafhanklike veran-
derlike: Skolastiese Prestasietoets in Re-
kenkunde vir Standerd Vier.

Die onafhanklike RT se korrelasie met die wiskunde akademiese prestasie in Standerd Ses is 0,50. Die persentasie variasie verklaring van RT in die Wiskunde akademiese prestasie in Standerd Ses beloop 25%. Wanneer al die voorspellende onafhanklike veranderlikes in die analise gevoeg word, is die persentasie variasie 26%. 'n Korrelasie van 0,51 word dan verkry. Indien die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier alleen as voorspeller gebruik wil word, is die regressie vergelyking as volg:

$$\hat{y} = 29,53 + 4,44 (RT) + 2,14 (R2) - 0,49 (R3) - 0,25 (R1)$$

$$\hat{y} = 56,1\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Standerd Ses)}$$

(leerling A)

8.3.3.2 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Ses soos
verklaar deur die onafhanklike veranderlike:
Intelligensie Kwasiënt

Die I.K. totaalstelling gee 'n korrelasie van 0,41 met die wiskunde akademiese prestasie in Standerd Ses. Die persentasie variasie verklaring van die onafhanklike veranderlike I.K. in die akademiese wiskunde prestasie Standerd Ses is 17%. In Standerd Vier, Vyf en Ses is die variasie persentasie verklaring deur I.K.-telling in Wiskunde akademiese prestasie 17%, 18% en 18% onderskeidelik.

$$\hat{y} = -16,34 + 0,29 (I.K.) + 0,29 (NV) + 0,11 (V)$$

$$\hat{y} = 60\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Stan-}$$

(leerling A)
 derd Ses)

8.3.3.3 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Ses
soos verklaar deur al die onafhanklike ver-
anderlikes saam.

Die onafhanklike veranderlike RT gee die hoogste korrelasie van al die onafhanklike veranderlikes naamlik 0,50. Met al die onafhanklike veranderlikes

in die regressie analise is die R -waarde 0,52 en die persentasie variasie verklaring beloop 27%. 'n Persentasie styging van een persent kom dus voor wanneer I.K.-tellings saam met die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier as onafhanklikes gebruik word in die regressie analise. Die regressie vergelyking wat verkry word is as volg:

$$\hat{y} = 13,24 + 3,56 (RT) + 2,30 (R2) + 0,15 (NV) - 0,60 (R3) - 0,25 (R1) - 0,13 (V) + 0,17 (I.K.)$$

$$\hat{y} = \begin{array}{l} 55,81\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie} \\ \text{(leerling A) \hspace{10em} Standerd Ses)} \end{array}$$

Met die 27% variasie verklaring van al die onafhanklike veranderlikes in die Wiskunde akademiese prestasie in Standerd Ses kan hierdie regressie vergelyking slegs as 'n aanduiding van Wiskunde prestasie in Standerd Ses gebruik word en nie as 'n volwaardige voorspeller nie.

8.3.4. Regressie analise:Afhanklike veranderlike:Standerd Sewe Wiskun-
de Akademiese Prestasie.Onafhanklike veranderlikes:

- (i) Skolastiese
Prestasietoets in
Rekenkunde vir
Standerd Vier.
(R1; R2; R3; RT)

- (ii) Intelligensie
Kwosiënt (V; NV;
I.K.)

- (iii) Alle onafhanklike
veranderlikes

TABEL 8.8

Afhanklike veranderlike: Standard Sewe Wiskun-
de akademiese Prestasie verklaar deur:

Onafhanklike Veranderlikes in Regressie	(i)		(ii)		(iii)	
	Skolastiese Prestasie- Toets in Rekenkunde vir St.4		Intelligensie tellings		Alle Onafhanklike Veranderlike	
	R	² R	R	² R	R	² R
RT	0,5450	0,2970				
RT + R1	0,5599	0,3135				
RT + R1 + R2	0,5668	0,3213				
RT + R1 + R2 + R3	0,5709	0,3259				
I.K.			0,4285	0,1836		
I.K. + V			0,4295	0,1844		
RT					0,5450	0,2970
RT + R1					0,5599	0,3135
RT + R1 + R2					0,5668	0,3213
RT + R1 + R2 + R3					0,5709	0,3259
RT + R1 + R2 + R3 + I.K.					0,5743	0,3299
RT + R1 + R2 + R3 + I.K. + V					0,5767	0,3325
RT + R1 + R2 + R3 + I.K. + V + NV					0,5791	0,3354

8.3.4.1 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Sewe soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier.

Die onafhanklike veranderlike RT gee met die Wiskunde akademiese prestasie in Standerd Sewe 'n korrelasie van 0,55. Die persentasie variasie verklaring van RT in die Wiskunde akademiese prestasie in Standerd Sewe is 29%. Dit is 'n variasie verklaring verhoging van 4% vergeleke met die 25% verklaring van RT in die Standerd Ses Wiskunde akademiese prestasie. Wanneer al die Prestasietoets se tellings as voorspellers in die analise gevoeg word, is die persentasie variasie verklaring 33% met 'n R -waarde van 0,57. Indien die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier alleen as voorspeller gebruik wil word is die regressie vergelyking as volg:

$$\hat{y} = 22,26 - 0,43 (RT) + 3,48 (R1) + 2,98 (R2) + 1,39 (R3)$$

$$\hat{y} = 57,77\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Standerd Sewe) (leerling A)}$$

8.3.4.2 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Sewe soos verklaar deur die onafhanklike veranderlike: Intelligensie Kwasiënt

Die I.K. totaalstelling in verband met wiskunde akademiese prestasie Standerd Sewe gee 'n korrelasie van 0,43. Net soos in die vorige standerds is die persentasie variasie om en by 18%. Die nie-verbale telling het so 'n klein regressie invloed dat dit nie by die regressie vergelyking ingesluit word as 'n voorspeller nie.

$$\hat{y} = -14,15 + 0,78 (I.K.) - 0,10 (V)$$

$$\hat{y} = 61,81\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Standerd Sewe) (leerling A)}$$

8.3.4.3 Wiskunde Akademiese Prestasie Standerd Sewe soos verklaar deur al die onafhanklike veranderlikes saam

Die onafhanklike veranderlike RT gee die grootste korrelasie van al die onafhanklike veranderlikes

naamlik 0,55. Al die veranderlikes in die regressie analise saam lewer 'n R -waarde van 0,58. Met hierdie regressie word die volledige Skolasiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier se onafhanklike veranderlikes (RT, R1, R2 en R3) eerste geanaliseer met 'n persentasie variasie verklarings van 33%. Wanneer die I.K.-telling bygevoeg word, is die persentasie variasie verklarings 34% wat 'n persentasie verklarings verhoging verteenwoordig. Die 34% is die hoogste variasie verklarings wat al die voorspellende onafhanklike veranderlikes saam lewer tot Wiskunde akademiese prestasie van al vier die standerds.

Die regressie vergelyking word as volg gegee deur:

$$\hat{y} = 19,84 - 1,21 (RT) + 3,63 (R1) + 3,18 (R2) + 1,33 (R3) + 0,71 (I.K.) - 0,41 (V) - 0,26 (NV)$$

$$\hat{y} = 57,34\% \text{ (Wiskunde akademiese prestasie Standaard Sewe) (leerling A)}$$

8.3.5 Persentasie Variasie Verklarings

Tabel 8.9 dui die verskillende persentasie variasie verklarings van die onafhanklike veranderlikes in die

afhanklike veranderlikes aan.

TABEL 8.9

ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES	Persentasie variasie verklaring in Wiskunde Akademiese Prestasie vir Standerd:			
	4	5	6	7
RT	26,29%	28,01%	24,58%	29,70%
I.K.	15,51%	17,36%	17,13%	18,36%
Onafhanklike veranderlikes saam as voorspeller	29,22%	31,56%	27,26%	33,54%

Die persentasie variasie bydrae wat die onafhanklike veranderlikes gelewer het, het met elke standerd verhoog, behalwe Standerd Ses. Die rede kan moontlik toegeskryf word aan ander onafhanklike veranderlikes wat 'n groter rol gespeel het in Standerd Ses as by die ander standerds. Die persentasie variasie verklaring van die onafhanklike veranderlikes in die afhanklike veranderlike is relatief klein. Hierdie verskynsel dui op die belangrikheid van ander veranderlikes se bydrae lewering tot die leerling se Wiskunde Akademiese Prestasie. Al die korrelasies en variasie verklarings is statisties beduidend. Die belangrikheid van die onafhanklike veranderlikes se bydrae tot die voor-

spelling van Wiskunde akademiese prestasie moet dus nie as sulks verwerp word nie, maar verdere studie moet juis navors of daar ander onafhanklike veranderlikes is wat dié persentasie variasie verklaring sal verhoog.

8.3.6 Voorspellingsmoontlikhede van die Onafhanklike veranderlikes

Die regressie analise stel 'n regressie vergelyking beskikbaar. Die vergelyking kan as 'n hulpmiddel dien tot voorspelling van wiskunde akademiese prestasie vir die verskillende standerds.

8.3.6.1 Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier as Voorspeller

Tabel 8.10 bevat die regressie vergelyking waar dié Prestasietoets alleen as voorspeller ingesluit word. Met 'n gemiddelde persentasie variasie verklaring van 30% in die wiskunde akademiese prestasie, lewer hiérvan voorspeller die hoogste persentasie verklaring van al dié onafhanklike veranderlikes. Hiérvan bevinding dui daarop dat dié Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier 'n beter voorspeller by dié navorsingsgroep is, as hul I.K.-tellings.

TABEL 8.10

STANDÉRD	Regressie vergelyking met die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier as voorspeller
4	$\hat{y} = 48,48 + 4,38 (RT) + 1,92 (R2) - 0,70 (R3) - 0,25 (R1)$
5	$\hat{y} = 39,18 + 2,50 (RT) + 2,97 (R1) + 0,66 (R2)$
6	$\hat{y} = 29,53 + 4,44 (RT) + 2,14 (R2) - 0,49 (R3) - 0,25 (R1)$
7	$\hat{y} = 22,26 - 0,43 (RT) + 3,48 (R1) + 2,98 (R2) + 1,39 (R3)$

Uit Tabel 8.10 is dit opvallend dat R3 by die regressie vergelyking vir Standerd Vyf se Wiskunde Akademiese Prestasie as voorspeller uitgelaat is. Indien dié bydrae wat 'n onafhanklike veranderlike lewer tot geen verdere persentasie variasie verhoging lei nie, dan word so 'n onafhanklike veranderlike uit die regressie vergelyking gelaat.

8.3.6.2 I.K.-tellings as Voorspeller

Die I.K.-telling saam lewer slegs 'n gemiddelde persentasie variasie verklaring van 18% teenoor die 30% verklaring deur die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier in Wiskunde Akademiese Prestasie.

TABEL 8.11

STANDERD	Regressie vergelyking met die I.K.- tellings as voorspeller
4	$\hat{y} = 10,57 + 0,18 (I.K.) + 0,33 (NV) + 0,09 (V)$
5	$\hat{y} = -9,77 + 0,02 (I.K.) + 0,44 (NV) + 0,27 (V)$
6	$\hat{y} = -16,34 + 0,29 (I.K.) + 0,29 (NV) + 0,11 (V)$
7	$\hat{y} = -14,15 + 0,78 (I.K.) - 0,10 (V)$

Uit Tabel 8.11 is dit opvallend dat die onafhanklike veranderlike NV by die regressie vergelyking vir Standerd Sewe se Wiskunde Akademiese Prestasie as voorspeller uitgelaat is. Dit beteken egter nie dat NV geen bydrae lewer nie, maar dit het as voorspeller nie tot 'n persentasie variasie verhoging gelei nie.

8.3.6.3 Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier saam met I.K.-tellings as voorspeller

Indien dié Prestasietoets en I.K.-tellings saam in die regressie vergelyking gebruik word, is die gemiddelde prestasie variasie verklarings in die afhanklike veranderlike 31%. Dit is slegs een persent verhoging teenoor die 30% variasie verklarings deur dié Prestasietoets alleen.

TABEL 8.12

STANDERD	Regressie vergelyking met die voorspellende onafhanklike veranderlikes van die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier en I.K.-tellings saam.
4	$\hat{y} = 41 + 3,91 (RT) + 2,22 (R2) + 0,18 (NV) - 0,15 (V) - 0,75 (R3) - 0,30 (R1) + 0,06 (I.K.)$
5	$\hat{y} = 23,42 + 1,99 (RT) + 2,89 (R1) + 0,18 (NV) + 0,66 (R2) - 0,18 (R3)$
6	$\hat{y} = 13,24 + 3,56 (RT) + 2,30 (R2) + 0,15 (NV) - 0,60 (R3) - 0,25 (R1) - 0,13 (V) + 0,17 (I.K.)$
7	$\hat{y} = 19,84 - 1,21 (RT) + 3,63 (R1) + 3,18 (R2) + 1,33 (R3) + 0,71 (I.K.) - 0,41 (V) - 0,26 (NV)$

8.3.6.4 Die berekende Wiskunde Akademiese Prestasies van Leerlings A

Met Leerling A se statistiese gegewens (cf. par. 8.3.1.4) as voorbeeld is die drie regressie vergelykings vir elke standerd se Wiskunde Akademiese Prestasie bereken.

TABEL 8.13

Leerling A se Wiskunde Akademiese Prestasies

	Standerd Vier	Standerd Vyf	Standerd Ses	Standerd Sewe
Berekende Wiskunde Akademiese Prestasie met \hat{y}				
(i) I.K. as voorspeller	76,63%	69,17%	56,10%	57,77%
(ii) Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir St. 4 as voorspeller	72,61%	70,77%	60,00%	61,81%
(iii) I.K. en dié Prestasietoets saam as voorspellers	72,49%	68,82%	55,81%	57,34%
Gemiddeld	73,91%	69,59%	57,30%	58,97%
Werklike eksamen punte	75,00%	65,00%	68,00%	84,00%

Uit hierdie gegewens is dit moontlik om te sien of Leerling A beter of swakker gevaar het as sy voorspellende prestasie. Behalwe Standerd Sewe is die voorspellings persentasie naby aan die werklike eksamen prestasie wat die Leerling A in Wiskunde behaal het. Indien Leerling A minder as die voorspellings prestasie behaal het sou dit 'n aanduiding wees dat Leerling A moontlik 'n onderpresteerder is.

Die 84% wat leerling A in Standerd Sewe in Wiskunde behaal het, (25% hoër as sy voorspellings persentasie van 59%) wys juis daarop dat ander faktore soos motivering, regte studiemetodes en goeie onderrig wel ook 'n bydrae lewer tot akademiese prestasie.

Soos dit reeds gestel is, moet hierdie regressie vergelykings gesien word as 'n moontlike hulpmiddel tot die onderwyser en nie as 'n voorskrywende aanwysing nie aangesien die hoogste persentasie variasie verklaring van die onafhanklike veranderlikes in Wiskunde Akademiese Prestasie slegs 34% beloop.

HOOFSTUK IX9 GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS WAT UIT HIERDIE
NAVORSING GEMAAK KAN WORD9.1 Gevolgtrekkings

Die korrelasiematriks (tabel 8.3) dui die liniêre verband aan tussen elf veranderlikes. Uit die korrelasiekoëffisiënte kan die volgende afleidings gemaak word.

9.1.2 Beduidendheid

Uit die korrelasiematriks en die bepaling van die t-waardes, is 'n beduidende korrelasie gevind tussen al die elf veranderlikes. Van die elf veranderlikes wat by die studie betrek is, toon die drie subtoetse van die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier en die totaalstelling die hoogste korrelasie.

9.1.2 Korrelasies9.1.2.1 Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir
Standaard Vier en I.K. tellings

'n Hoë korrelasie tussen I.K. en dié Skolastiese

Prestasietoets is aangetref naamlik 0,71. Die verbale I.K.-telling toon die hoogste korrelasie van 0,64 met die totaalstelling (RT), terwyl die nie-verbale I.K.-telling 'n korrelasie van 0,63 met RT toon.

9.1.2.2 Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier en Akademiese prestasie in Wiskunde vanaf Standerds Vier tot Sewe.

'n Beduidende korrelasie tussen dié Prestasietoets en die akademiese prestasie in Wiskunde is aangetref. 'n Gemiddelde r-waarde van 0,52 is verkry ten opsigte van die prestasietoets se totaalstelling en al die standerds se Wiskunde akademiese prestasie.

9.1.2.3 I.K.-tellings en akademiese prestasie in Wiskunde.

Die I.K.-telling se korrelasie met die akademiese prestasie in Wiskunde van Standaard Vier tot Sewe is gemiddeld 0,41. Dié korrelasie van 0,41 is 0,11 laer as die korrelasie van 0,52 wat verkry is met die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier met die akademiese wiskunde prestasie. Met hierdie ondersoek het dié Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde dus 'n hoër korrela-

sie, as I.K., met die akademiese wiskunde prestasie gelewer. Die 0,41 en 0,52 r-waardes wat verkry is uit die bogenoemde korrelasies wys duidelik daarop dat gestandaardiseerde toetse nie verabsoluteer mag word nie.

Die onafhanklike veranderlikes wat 'n leerling se prestasie in die Skolastiese Prestasietoets en akademiese prestasie in Wiskunde bepaal, is so kompleks van aard dat dit nooit aan een bepaalde onafhanklike veranderlike toegeskryf kan word nie.

Met die studie is juis gepoog om meer as een onafhanklike veranderlike in 'n regressie vergelyking te betrek om die gesamentlike variasie verklaring in die afhanklike veranderlike te probeer bepaal.

9.1.3 Meervoudige regressie analise

Die gemiddelde persentasie variasie verklaring van die onafhanklike veranderlikes in die afhanklike veranderlike word gegee deur die meervoudige regressie analise wat daarop toegepas is.

9.1.3.1 Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir
Standaard Vier as onafhanklike veranderlike

Die afhanklike veranderlike (gemiddelde Wiskunde akademiese prestasie vanaf standaard 4 tot 7) word verklaar deur 'n gemiddeld van 29% deur dié Skolastiese Prestasietoets. Die grootste persentasie variasie verklaring word gevind in Standaard Sewe, waar dit 32% van die wiskunde akademiese prestasie verklaar. In Standaard Vier verklaar dié prestasietoets slegs 27% van die steekproef se wiskunde akademiese prestasie. As alle moontlike onafhanklike veranderlikes in gedagte gehou word dan is die gemiddeld van 28% variasie verklaring wat die Skolastiese Prestasietoets in die analise van die navorsing gelewer het, wel beduidend en bruikbaar.

9.1.3.2 Intelligensie - telling as onafhanklike
veranderlike

Die afhanklike veranderlike (gemiddelde wiskunde akademiese prestasie vanaf standaard 4 tot 7) word verklaar deur 'n gemiddeld van 18% deur Intelligensie-tellings (naamlik I.K.; NV en V). Hierdie persentasie variasie is 11% minder as die 29% verklaring deur die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier. Alhoewel 'n bedui-

dende korrelasie van 0,41 verkry is tussen I.K. en Wiskunde akademiese prestasie is die 18% verklaring van I.K., teen die verwagting in, baie klein. Hierdie bevinding dui weereens op die belangrikheid om nie die I.K.-telling te verabsoluteer nie.

9.1.3.3 Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier en die I.K.-tellings saam as die onafhanklike veranderlikes

Wanneer dié Skolastiese Prestasietoets en dié I.K.-tellings gesamentlik in die meervoudige regressie analise as die onafhanklike veranderlikes geanaliseer word, gee dit 'n gemiddelde persentasie variasie verklaring van 30% ten opsigte van Wiskunde akademiese prestasie. Die regressie vergelykings wat hierdie veranderlikes in 'n wiskundige formule saamvat, werk dus op 'n 30% variasie verklaring in die afhanklike veranderlike.

Hoewel hierdie persentasie verklaring klein is, kan dit sinvol saam met ander gegewens aangewend word vir voorspellings doeleindes.

9.1.3.4 Regressie vergelykings

Met hierdie studie is gevind dat die regressie

vergelykings wel as hulpmiddel gebruik kan word om 'n leerling se wiskunde akademiese prestasie te voorspel (cf. Tabel 8.13). Verdere navorsing kan ander onafhanklike veranderlikes betrek om 'n verhoogde variasie verklaring te bewerkstellig, wat die betroubaarheid van die regressie vergelykings sal verhoog.

9.2 Hipoteses

In paragraaf 1.2. (cf. p.3) is vele van die veronderstellinge wat deur ouers en opvoeders gemaak word aangaande 'n leerling se Wiskunde akademiese prestasie saamgevat in verskillende hipoteses. Na die empiriese navorsing kan hierdie hipoteses getoets word.

- (a) Daar is 'n beduidende korrelasie tussen 'n leerling se I.K., sy prestasie in die skoolvak Wiskunde asook sy prestasie in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde. Uit die navorsing is bevind dat daar wel 'n hoë korrelasie tussen 'n leerling se I.K. en die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde is (naamlik 0,71), maar dat die korrelasie tussen I.K en die wiskunde akademiese prestasie laer is, naamlik 0,41. Hipotese (a) word deur die navorsings resultate aanvaar.

- (b) Daar is 'n beduidende korrelasie tussen 'n leerling se I.K. en sy prestasie in die skoolvak Wiskunde. Daar is met die navorsing wel 'n beduidende korrelasie gevind tussen 'n leerling se I.K. en sy prestasie in die skoolvak Wiskunde, maar die korrelasie is laag (0,41). Hipotese (b) word dus aanvaar.
- (c) Daar is 'n beduidende korrelasie tussen 'n leerling se I.K., en sy prestasie in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier, maar geen beduidende korrelasie met sy prestasie in die skoolvak Wiskunde nie. Die hipotese is onaanvaarbaar, want daar is wel 'n beduidende korrelasie tussen 'n leerling se I.K. en sy Wiskunde prestasie.
- (d) Daar is 'n beduidende korrelasie tussen die leerling se prestasie in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier, sy prestasie in die skoolvak Wiskunde, maar geen beduidende korrelasie met sy I.K. nie. Die hipotese word verwerp aangesien daar met die navorsing wel gevind is dat daar 'n beduidende korrelasie is tussen I.K. en die ander veranderlikes.

- (e) Daar is geen korrelasie tussen die leerling se Intelligensie Kwosiënt, sy prestasie in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier en sy prestasie in die skoolvak Wiskunde nie. Die hipotese word totaal verwerp.

9.3 Bevindinge en Aanbevelings

Met die versameling van gegewens het dit duidelik geblyk dat verskeie leerlinge nie die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier gedurende hul primêre skoolfase afgelê het nie. 'n Rede wat daaraan toegeskryf kan word, is die feit dat die Prestasietoets oor 'n tydperk van drie dae afgeneem word. Binne die tydperk van hierdie drie agtereenvolgende dae kom afwesighede wel voor. Daarom word daar aanbeveel dat die afneem van prestasietoetse slegs binne die bestek van een dag moet geskied. Die hoë onderlinge korrelasie tussen die subtoetse het egter daarop gedui dat die verskillende dae waarop geskryf word nie 'n wesenlike invloed het op die leerlinge wat wel geskryf het nie.

Die Skolastiese Prestasietoets sal van tyd tot tyd deeglik hersien moet word, aangesien dié toetse standaard sowel as leerplan gebonde is. Verskeie items, onder andere grondtalle, het verdwyn uit die Standaard Vier

Wiskunde Sillabus van die Vrystaat, maar kom nog wel voor in die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier.

Met dié studie is daar bevind dat die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier hoër korreleer met Wiskunde Akademiese Prestasie as wat I.K. daarmee korreleer (0,52 teenoor 0,41). Na die toepassing van die Regressie Analise is daar ook bevind dat die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier 'n hoër persentasie verklaring as onafhanklike veranderlike lewer in die Wiskunde Akademiese Prestasie as die variasie verklaring deur I.K. as onafhanklike veranderlike (18% teenoor 29%). Die bevindinge dui daarop dat dié Skolastiese Prestasietoets net soos I.K. met vrug gebruik kan word om onderpresteerders in Wiskunde te identifiseer. Dié Skolastiese Prestasietoets is 'n veel beter voorspeller van Wiskunde Akademiese Prestasie as wat I.K. is. Hierdie bevindinge dui op die belangrikheid van Skolastiese Prestasietoetse as hulpmiddels en behoort meningsverskille oor die bruikbaarheid daarvan uit die weg te ruim.

Uit die studie het dit duidelik geblyk dat 'n Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde die groot behoefte tot statistiese gegewens van leerlinge sinvol kan aanvul. Daar behoort trouens veel meer van beskikbare

statistiese gegewens gebruik gemaak te word. Die Sko-
lastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier
behoort met die aanbevelings in gedagte meer vrylik
gebruik te word.

Verdere studie moet poog om meer onafhanklike verander-
likes te identifiseer, sodat hul gesamentlike persenta-
sie variasie verklaring in die afhanklike veranderlike
verhoog kan word. Met hierdie studie is 'n 30% variasie
verklaring in Wiskunde akademiese prestasie verkry, wat
moontlik verhoog kan word met ander veranderlikes soos
byvoorbeeld denkvlakontwikkeling en biografiese faktore.

Die daarstelling van 'n regressie vergelyking kan tot 'n
goeie en betroubare hulpmiddel ontwikkel word, indien
meer onafhanklike veranderlikes sinvol betrek kan word.
Deur wiskundige tegnieke behoort daar tabelle vrygestel
te word, waardeur die roupunte van die veranderlikes tot
bruikbare voorspellings punte verwerk kan word, sodat
die opvoeder die verwerkte punte maklik en verstaanbaar
kan hanteer.

Uit die studie het dit baie duidelik geblyk dat statis-
tiese data nie verabsoluteer mag word nie. Vele ander
veranderlikes dra by tot die prestasie van 'n leerling
in Wiskunde. Dit mag as 'n hulpmiddel dien om die
leerling te help, want dit is tog waarom alles eintlik
gaan.

9.4 'n Toekomsbeeld

'n Gemeenskaplike Rekenaar waarby alle skole direk of indirek kan aansluit, behoort van groot waarde vir Skoolvoorligters en Opvoeders in Suid-Afrika te wees. Die Rekenaar behoort oor verskeie programpakkette te beskik wat statistiese gegewens tot verlangde bruikbare inligting verwerk.

Nadat 'n Skolastiese Prestasietoets of Intelligensie Toets afgeneem is, behoort die verantwoordelike persoon die gegewens, deur middel van 'n terminaal by sy skool, aan 'n gemeenskaplike databank te voer. Die identiteit van 'n leerling en skool kan beskerm word deur sleutelkodes. Deur gebruik te maak van 'n spesifieke beskikbare programpakket kan die verlangde verwerkte gegewens aangaande 'n leerling deur die druk van 'n kode bekom word. 'n Rekenaar gedrukte blad met die verwerkte gegewens word dan in die leerling se kumulatiewe verslagkaart gevoeg vir toekomstige gebruik.

Programpakkette kan geprogrammeer word deur gebruik te maak van navorsingsresultate soos verkry deur soortgelyke navorsing as hiérdie studie. Die regressie vergelykings wat as basis dien vir programmering van voorspellingsprogrampakkette kan deur navorsingsprojekte

aangevul word sodat 'n hoër betroubaarheidspeil van voorspelling bereik kan word.

Dit bly noodsaaklik dat kenners op die gebied van psigometriese meetmiddels die statistiese gegewens sal interpreteer, aangesien dié syfers nie verabsoluteer mag word nie. Die Opvoeder moet bly navors, dink en interpreteer, terwyl die Rekenaar die verwerkings slégs volgens opdrag uitvoer.

SAMEVATTING

Veronderstellinge wat deur opvoeders sowel as ouers gemaak word aangaande die verband tussen 'n Laerskoolleerling se prestasie in die skoolvak Wiskunde, die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier en sy prestasie in die N.S.A.G. word empiries ondersoek. Elf veranderlikes word in verband met mekaar gebring. Die wiskunde prestasies van die leerlinge betreffende standerds vier tot sewe word as afhanklike veranderlikes in regressie gebring met die Skolastiese Prestasietoets en die N.S.A.G. as onafhanklike veranderlikes (eers afsonderlik en daarna gesamentlik).

Psigometriese meetmiddels het hul ontstaan gehad uit 'n behoefte om leerlinge se verskillende en unieke bekwaamhede te meet. Metingsresultate is deur eksperimentele navorsing so verfyn dat die gebruikte statistiese gegewens wetenskaplik verifieerbaar is. Geïsoleerde tellings kan nie alleen gebruik word nie, maar moet in verband gebring word met die totaliteit van die toetsling. Uit die literatuurstudie is dit duidelik dat daar nie 'n enkele alles omvattende definisie aangaande Wiskunde bestaan nie. Wiskundiges bepaal hulle aandag eerder by die beoefening van dié wetenskap as die definieering daarvan. Wiskunde is uitsluitlik 'n logiese stelsel van kennis wat opeenvolgend van aard is. Alhoe-

wel dit abstrak van aard is, bestaan daar 'n noue verband met die konkrete, die gegewe werklikheid. Wiskunde moet nie aangebied word ter wille van die kennis van Wiskunde self nie, maar dit moet ook bydra tot die ontwikkeling van die kind se selfbegrip, sy selfstandigheid en verantwoordelikheid.

Daar bestaan uiteenlopende gedagtes oor die aard en wese van intelligensie. Hierdie uiteenlopende gedagtes kan in vier hoofgroepe ingedeel word naamlik: die Agnostiese denkrigting, die Biologiese-teleologiese denkrigting, die Opvoedkundige denkrigting en die Skolastiese denkrigting. Die verklaring van intelligensie deur verskillende navorsers is duidelik beïnvloed deur hul navorsingstegnieke waarvan die faktoranalitiese metode die bekendste is. Spearman het met sy faktorteorie intelligensie verklaar deur 'n algemene faktor (g) en 'n spesifieke faktor (s). Ander navorsers soos Thurstone (geweegde groep-faktorteorie), Burt (hiërargiese teorie) en Guilford (model van struktuur van intellek) het voortgebou op die faktorteorieë. Piaget publiseer reeds vanaf 1927 sy bevindinge aangaande denkvlakontwikkeling. Volgens hom vind kognitiewe ontwikkeling plaas in vier fases naamlik: die senso-motoriese denkhandelingsfase (geboorte tot twee jaar), die voor-operationele fase (twee tot sewe jaar), die konkreet-operationele fase (sewe tot elf jaar) en die formele-opera-

sionele fase (elf tot vyftien jaar).

Kennis en denke is ten nouste verbonde aan leer. Volgens die Assosiasie-teorieë vind leer meganies plaas op grond van assosiasievorming. Thorndike het met sy leerwette en bevindinge aanleiding gegee tot die prikkelreaksieteorie van leer. Die Gestaltpsигologie het met die beginsel van figuur en agtergrond daarop gewys dat leer met insig geskied. Van Parreren verwerp die behavioristies-georiënteerde definisie aangaande leer. Hy onderskei tussen drie vorme van leer naamlik: intensionele leer, outonome leer en onbewuste leer. Die leerproses is volgens hom 'n kwalitatiewe ontwikkeling van handelingstrukture.

Aanverwante navorsing het aangetoon dat daar wel 'n beduidende korrelasie is tussen Intelligensie en Wiskunde-prestasie. Uit dié empiriese navorsing kan die volgende bevindinge en aanbevelings saamgevat word:

- 'n Skolastiese Prestasietoets behoort slegs op een dag afgeneem te word.
- 'n Skolastiese Prestasietoets moet van tyd tot tyd deeglik hersien word.
- Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standaard Vier korreleer hoër met Wiskunde as wat

I.K. daarmee korreleer (0,52 teenoor 0,41).

- I.K. lewer 'n 18% variasie verklaring in die afhanklike veranderlike.
- Die Skolastiese Prestasietoets in Rekenkunde vir Standerd Vier lewer 'n 29% verklaring in die afhanklike veranderlike.
- I.K. en die Prestasietoets saam lewer 'n 30% variasie verklaring in die afhanklike veranderlike.
- Nie ingeslote veranderlikes lewer 'n 70% variasie verklaring in die afhanklike veranderlike.
- Regressie vergelykings kan in die toekoms 'n belangrike rol speel as voorspellers.
- 'n Beduidende korrelasie is aangetref tussen al elf veranderlikes.
- Toekomstige gebruik van die Rekenaar kan van kardinale belang wees vir opvoeders en voorligters.

Uit die navorsing het dit geblyk dat die psigometriese meetmiddels wat betrek is, beter aangewend kan word tot voordeel van die leerling.

B I B L I O G R A F I E

- ACKERMANN, P.L.S. Die Voorspelling van Matrieksukses met behulp van I.K. en Biografiese Gegewens. - Pretoria: Die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing (MT - 13), 1973.
- ANASTASI, A. Psychological Testing. - London: The Macmillan Company, 1969.
- BESTER, W.J.A. Doelstellings vir Wiskunde-onderwys in Spectrum, Vol. 16, no. 1, Maart 1978.
- BINET, A. and SIMON, T. Mentally defective Children. - London: Billing and Sons Ltd, 1914.
- BOTES, A.J.J. 'n Empiriese ondersoek na aspekte van onderprestasie in die Senior Primêre Fase van die Laerskool, Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling - Unisa, 1976
- BOTES, W.L. Wiskundige begaafdheid : 'n Empiriese ondersoek. - Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing (MT - 34), 1976.
- BRITZ, W.J. Wiskunde in die Primêre Skool in Kurr-i-Komm, Vol 5, No. 2, September 1979.
- BURT, C. Intelligence and Fertility. - London: Hamish Hamilton Medical Books, 1946.
- BUTCHER, H.J. Human Intelligence its nature and assessment. - London: Methuen and Co. Ltd., 1977.

- COETZEE, J.C. Inleiding tot die algemene empiriese opvoedkunde. - Potchefstroom: Pro Rege-Pers Beperk, 1960.
- COETZEE, J.C. Verstandsmeting. - Pretoria: J.L. van Schaik Bpk, 1931.
- DE WET, J.J. en VAN ZYL, P.J. Inleiding tot die psigologiese opvoedkunde. - Johannesburg: McGraw-Hill, 1974.
- DU TOIT, J.M. en VAN DER MERWE, A.B. Sielkunde 'n algemene inleiding. - Kaapstad: HAUM, 1966.
- DU TOIT, P.J.A. Skriftelike werk in Wiskunde in Educamus, Vol. 24, no. 8, Oktober 1978.
- DU TOIT, P.J.S. Die onvoltooide bereiking van die konkreet-operasionele denkvlak as oorsaak van leerprobleme in Wiskunde vir die Primêre Skool, Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling. - P.U. vir C.H.O., 1975.
- ELKIND, D. Children and Adolescents interpretive essays on Jean Piaget. - London: Oxford University Press, second edition, 1974.
- FLAVELL, J.H. The developmental psychology of Jean Piaget. - New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1963.
- GELDARD, F.A. Grondbeginsels van die psigologie. - Pretoria: Van Schaik, 1971.
- GINSBURGH, H. and OPPER, S. Piaget's theory of intellectual development - An introduction. - New Jersey: Prentice-Hall, 1969.

- GOUWS, M. Onderwys vir verstandelik hoogs be-
gaafde leerlinge : 'n voorstudie. -
Pretoria: Raad vir Geestesweten-
skaplike Navorsing, Verslag no. 0 -
57, 1976.
- GROENEWALD, C. Die begaafde kind in S.A. PANORAMA,
Desember 1979.
- GUILFORD, J.P. Intelligence, Creativity and their
Educational Implications. - Califor-
nia: R.R. Knapp, 1968.
- HALFORD, G.S. An approach to the definition of
cognitive developmental stages in
school mathematics in British Jour-
nal of Educational Psychology, Vol.
48, no. 3, 1978.
- HERGENHAHN, B.R. An introduction to theories of lear-
ning. - New Jersey: Prentice -
Hall, 1976.
- HILGARD, E.R. Theories of learning. - New York:
Appleton-century-Crofts, 1956.
- HOFFMAN, P.A.E. Groepoetse en die hergestandaard-
seerde N.S.A.G. (Nuwe Suid-Afri-
kaanse Groepoets), ongepubliseerde
diktaaf A, Bloemfontein: Ongeda-
teer.
- HOFFMAN, P.A.E. Metodiek van Wiskunde. - Ongepubli-
seerde diktaaf B, Bloemfontein: On-
gedateer.
- HOPKINS, K.D. and GLASS, G.V. Basic Statistics for the behavioral
sciences. - New Jersey: Prentice-
Hall, 1978.
- HUMAN, P.G. Die doelstellings met wiskunde-on-
derrig en die problematiek verbonde
aan vernuwing ten opsigte van wis-
kunde-onderrig in Suid-Afrika. -
Pretoria: Raad vir Geesteswetenskap-

like Navorsing (0 - 13), 1975.

- INHELDER, B. and PIAGET, J.
The Growth of Logical Thinking. -
London: Routledge and Kegan Paul
Ltd, 1968.
- ISAACS, S. Intellectual growth in young chil-
dren. - London: George Routledge and
Sons, Ltd., 1938.
- KIES, J.D. Versigtig met "moderne" Wiskunde in
Spectrum, Vol. 12, no. 4, Desember
1974.
- KLEINBAUM, D.G. and KUPPER, L.L.
Applied regression analysis and
other multivariable methods. -
Massachusetts: Duxbury Press, 1978.
- KRUTETSKII, V.A. The psychology of mathematical abi-
lities in schoolchildren. - Chicago:
University of Chicago Press, 1976.
- LANGENHOVEN, H.P. Toetsintelligensie en omgewingsfak-
tore. - Kaapstad: Nasionale Boekhan-
del Bpk., 1960.
- MAAS, F. Die Persoonlikheid Teorie van
Cattell. - Pretoria: Raad vir Gees-
teswetenskaplike Navorsing, 1975.
- MARAIS, H. Moontlike oorsake van Rekenprobleme
in Die Skoolblad, Deel 62, no. 12,
Desember 1974.
- NEL, B.F., HAASBROEK, J.B. en ENGELBRECHT, S.W.H.
Leerteorieë Deel I: leerteorieë
vanaf die Klassieke filosofie tot
die veldteorie van Kurt Lewin. -
Pretoria: Raad vir Geesteswetenskap-
like Navorsing (0 - 69), 1977.

- NEL, B.F., HAASBROEK, J.B. en ENGELBRECHT, S.W.H.
 Leerteorieë Deel III: Antropologies-
 Psigologies meer verantwoorde Leer-
 teorieë van die twintigste eeu. -
 Pretoria: Raad vir Geesteswetenskap-
 like Navorsing (0 - 86), 1978.
- ODENDAAL, J.A. Rekenontsporinge by die Laerskool-
 kind: 'n Ortopedagogies - Ortodidak-
 tiese ondersoek, Ongepubliseerde
 M.Ed.-verhandeling - U.V. van
 Stellenbosch, 1966.
- OWEN, D.B. Handbook of Statistical Tables. -
 Oxford: Pergamon Press, 1962.
- PAULSEN, W.J. Die opvoedkundige implikasies van
 enkele individuele vermoëns in Die
Vrystaatse Onderwyser, Deel 72, no.
 11, November 1982.
- PAULSEN. W.J. Die Opvoedkundige Implikasies van
 Intelligensie en Kreatiewe denke met
 spesiale verwysing na die werk van
 J.P. Guilford. - Ongepubliseerde
 D.Ed.-verhandeling, U.O.V.S., 1976.
- PHILLIPS, J.L.(Jr.) The Origins of Intellect Piaget's
 Theory. - San Francisco: W.H. Free-
 man and Company, 1975.
- PIAGET, J. Logic and psychology. - New York:
 Basic Books, 1957.
- PIAGET, J. The origin of intelligence in the
 child. - Middlesex: Penguin Books
 Ltd, 1977.
- PULASKI, M.A.S. Understanding Piaget. - New York:
 Harper and Row, 1980.
- PRETORIUS, J.L. Opvoedkundige Sielkunde. - Goodwood:
 Nasou Beperk, 1977.

- PRETORIUS, J.C. Die intellektuele vermoëns van leerlinge en hul prestasies in die verskillende afdelings van Wiskunde Hoër Graad in die Senior Sekondêre Skoolfase: 'n Empiriese Studie, Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling - U.O.V.S., 1978.
- PRETORIUS, S.E. Mondelinge werk in Wiskunde in Kurri-Komm, Vol. 5, no. 2, September 1979.
- PYLE, D.W. Intelligence An introduction. - London: Routledge and Kegan Paul, 1979.
- RAAD VIR GEESTESWETENSKAPLIKE NAVORSING
Handleiding vir die Nuwe Suid-Afrikaanse Groeptoets. - Pretoria: PV 537, 1965.
- RAAD VIR GEESTESWETENSKAPLIKE NAVORSING
Handleiding vir die gestandaardiseerde Skolastiese Prestasietoetse in Rekenkunde vir Substanderd A tot Standaard 4. - Pretoria: 1133 PS, 1974.
- RAAD VIR GEESTESWETENSKAPLIKE NAVORSING
Nuusbrief No. 34 in Die Skoolblad, Deel 62, no. 4, April, 1974.
- RYAN, J. and OZYNSKI, J.
Are the talents of our gifted children going to waste? in The Rand Daily Mail, 23rd July, 1981.
- SCHOEMAN, W.J. Die voorspelling van Skolastiese sukses. - Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing (MT - 41), 1978.
- SCOTT, K.G. Learning Theory, Intelligence and Mental Development in American Journal of Mental Deficiency, Vol. 82,

no. 4, 1978.

- SEARS, P.S. Intellectual Development. - New York: John Wiley and Sons Inc., 1971.
- SKINNER, C.E. Educational Psychology. - London: Staples Press, 1961.
- SMITH, S.E. Explorations in Elementary Mathematics. - New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1966.
- SPEARMAN, C. The Abilities of man. Their Nature and Measurement. - London: MacMillan and Co., Limited, 1927.
- SPEARMAN, C. The Nature of "Intelligence" and the Principles of cognition. - London: MacMillan and Co., Limited, 1923.
- STEYN, P.P. Die Hedendaagse onderrigmetodes in Wiskunde en die Verstandsfaktore van die Wiskundeleerling: 'n Vergelykende Studie, Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling. - U.O.V.S., 1978.
- STODDARD, G.D. The Meaning of Intelligence. - New York: MacMillan, 1945.
- STRAUSS, T.A. Enkele Psigopedagogiese uitsprake as Kategoriale Kriteria in die Didakties - Pedagogiese situasie met verwysing na Wiskunde, Ongepubliseerde D.Ed.-verhandeling. - U.O.V.S., 1978.
- STRAUSS, T.A. Kriteria vir die Onderwyser met die oog op die didaktiese oriëntasie van die leerling in Wiskunde, met verwysing na 'n aantal onderwerpe geneem uit die wiskundeleergang vir standerds nege en tien, Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling. - U.O.V.S., 1973.

- SWART, D.J. Standaardisering van 'n Junior individuele intelligensieskaal vir Indiër-Suid-Afrikaners, Ongepubliseerde D.Sc.-proefskrif, P.U. vir C.H.O., 1977.
- TALJAARD, J.J. Die verband tussen die Suid-Afrikaanse Groeptoets en die intelligensie faktor van die Jr. Sr. Hoërskoolpersoonlikheid Vraelys: 'n Vergelykende Studie, Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling. - U.O.V.S., 1973.
- TAUTE, B. en JANSE VAN RENSBURG, J.A. Die Navorsing van Skoolprobleme. - Kaapstad: Unie-Volkspers Beperk, 1941.
- TERMAN, L.M. The Intelligence of School Children. - London: George G. Harrap and Co. Ltd., 1921.
- THORNDIKE, E.L. Human Learning. - Massachusetts M.I.T. Press, 1931.
- THORNDIKE R.L. and HAGEN, E.P. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. - New York: John Wiley and Sons, 1977.
- THURSTONE, L.L. The Nature of Intelligence. - London: Kegan Paul, Trench, Trubner and Co., Ltd., 1924.
- TUCK, M. Why teach Mathematics? - In Mathematics Teaching, no. 96, Sept. 1981.
- TYLER, L.E. Intelligence: some recurring issues.- New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1969.
- TYLER, L.E. Tests and measurements. - New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1964.

- VAN DER MERWE, R.P.
Die moontlike betekenis van verskille tussen verbale en nie-verbale intelligensietellings soos gemeet deur die Nuwe Suid-Afrikaanse Groep-toets, Ongepubliseerde M.A.-verhandeling, U.V. van Stellenbosch, 1978.
- VAN DER WALT, J.S. Die ontwikkelingstadia van die kind in Die Vrystaatse Onderwyser, Deel 68, no. 5, Mei 1979, en no. 6, Junie 1979.
- VAN DER WALT, J.S. Die Begaafde en Talentbedeelde Kind in Die Vrystaatse Onderwyser, Deel 70, no. 6, Junie 1980.
- VAN DER WALT, J.S.
Die Vertolking van Toets- en Eksamenprestasies in die Onderwyspraktyk in Die Vrystaatse Onderwyser, Deel 66, no. 5, Mei 1977.
- VAN DER WALT, J.S.
Opvoedkundige en Psigologiese meting: 'n Psigometries-Statistiese Analise. - Stellenbosch: Kosmos-uitgewery Edms. Bpk., 1970.
- VAN DER WESTHUIZEN, J.G.L.
Handleiding vir die Gebruik van Sielkundige en Skolastiese Toetse as Hulpmiddels by Skoolvoorligting. - Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, 1979.
- VAN LOGGERENBERG, N.T. en JOOSTE, A.J.C.
Verantwoordelike opvoeding. - Bloemfontein: Die Nasionale Boekhandel, 1970.
- VAN NIEKERK, A.J. Leerlinge met leerprobleme in Die Vrystaatse Onderwyser, Deel 68, no. 4, April 1979.

- VAN PARREREN, C.F. Psychologie von het leren. - Slaterus/Arnhem : W de Haan/Zeist van Loghum, 1960.
- VENTER, P.A. Die invloed van denkvlak en ander faktore op die prestasie in Wiskunde in die Junior-Sekondêre Fase, Ongepubliseerde M.Ed. Verhandeling, - P.U. vir C.H.O. 1978.
- VERNON, P.E. Intelligence Heredity and Environment - San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1979.
- VORSTER, J.F. 'n Ontleding van die Skynbare Agteruitgang in prestasie van leerlinge in Standerds Sewe, Agt en Nege in 'n aantal vyf-keuse-vrae van die Wiskundetoetse, Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling, P.U. vir C.H.O., 1971.
- WAIN, G.T. How should we teach mathematics? in Spectrum, Vol. 18, no. 1, May 1980.
- WILKINSON, F.J. Kurrikulumbeplanning met toespitsing op Natuurwetenskaponderwys in ontwikkelende lande. 'n Vergelykende Studie. - Ongepubliseerde D.Ed.-verhandeling, U.O.V.S., 1979.

